

(19) 世界知的所有權機關  
國際事務局



(43) 國際公開日  
2002 年 10 月 24 日 (24.10.2002)

## PCT

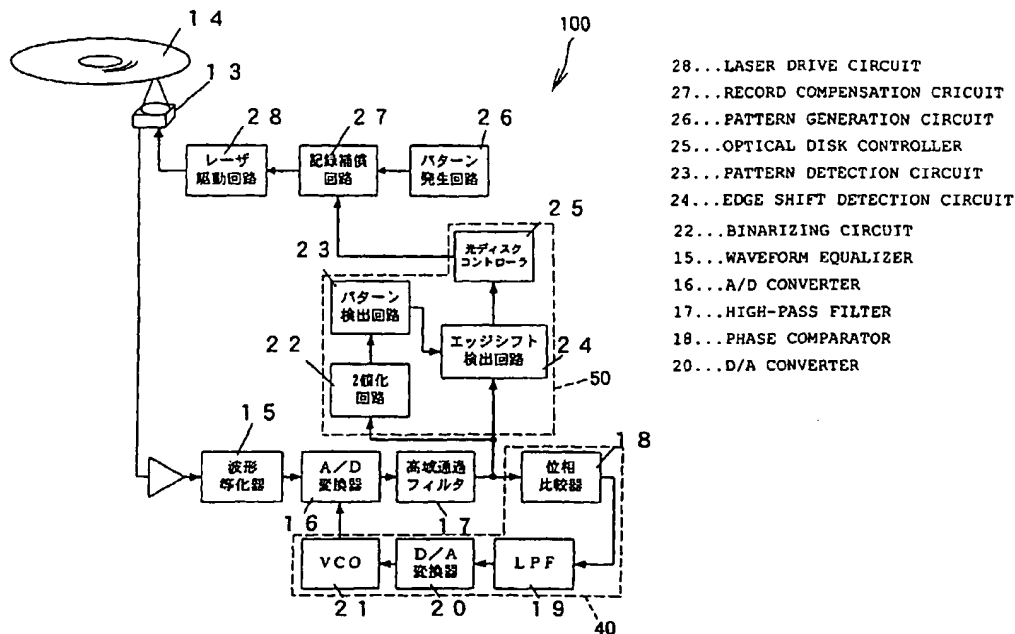
(10) 国際公開番号  
**WO 02/084653 A1**

- |                               |  |  |   |
|-------------------------------|--|--|---|
| (51) 国際特許分類 <sup>7)</sup> :   | G11B 7/0045  | (72) 発明者; および  |   |
| (21) 国際出願番号:                  | PCT/JP02/03471   | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ):   | 中嶋 健 (NAKAJIMA, Takeshi) [JP/JP]; 〒631-0011 奈良県奈良市 押熊町 2 0 4 7-8 Nara (JP). 宮下 晴句 (MIYASHITA, Harumitsu) [JP/JP]; 〒562-0005 大阪府箕面市 新稲 5-1 5-B 1 0 1 Osaka (JP). 赤木 俊哉 (AKAGI, Toshiya) [JP/JP]; 〒572-0053 大阪府 寝屋川市 中神田町 2 6-1 0-3 0 6 Osaka (JP). 小西 信一 (KONISHI, Shinichi) [JP/JP]; 〒631-0064 奈良県奈良市 帝塚山南 5-1 1-3 4-3 Nara (JP). |
| (22) 国際出願日:                   | 2002 年 4 月 5 日 (05.04.2002)  |  |   |
| (25) 国際出願の言語:                 | 日本語  |  |   |
| (26) 国際公開の言語:                 | 日本語  |  |   |
| (30) 優先権データ:<br>特願2001-109597 | 2001 年 4 月 9 日 (09.04.2001) JP   | (74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA, Seiji); 〒540-0038 大阪府大阪市 中央区内淡路町一丁目 3 番 6 号 片岡ビル 2 階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP). |   |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):   | 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP). | (81) 指定国 (国内):   | AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,   |

〔統葉有〕

**(54) Title: RECORDING/REPRODUCING DEVICE**

(54) 発明の名称: 記録再生装置



**(57) Abstract:** A recording/reproducing device for writing data onto a recording medium, or reproducing data from a recording medium, wherein data matching a recording pattern, so specified as to include a plurality of sets of mark lengths and space lengths mutually different from one another, is written onto a recording medium, and then this data is read to generate data signals. An edge shift detector uses data signals to measure the edge shift amount of a mark formed on a recording medium for each set of a mark length and a space length. A record controller sets a recording parameter for each set of a mark length and a space length based on a measured edge shift amount.

[統葉有]

**WO 02/084653 A1**



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

記録媒体にデータを書き込み、また、記録媒体からデータを読み出す記録再生装置において、それぞれ互いに異なるマーク長とスペース長との複数の組を含むように規定される記録パターンに対応するデータが記録媒体に書き込まれ、その後、このデータを読み出すことでデータ信号が生成される。エッジシフト検出器は、データ信号を用いて、記録媒体上に形成されたマークのエッジシフト量を、マーク長とスペース長との組ごとに測定する。記録制御器は、測定されたエッジシフト量に基づいて、マーク長とスペース長との組ごとに記録パラメータを設定する。

## 明 細 書

### 記録再生装置

#### 技術分野

- 5       本発明は、光ディスクなどの記録媒体に情報を記録するおよび記録媒体から情報を再生する装置に関する。

#### 背景技術

- 10       現在、光ディスクや光磁気ディスクなどの可搬記録媒体にデジタル情報（データ）を記録し、かつ、記録媒体からデジタル情報を再生する記録再生装置が広く用いられている。例えば、レーザ光を用いてDVD-RAMに情報を記録する記録再生装置では、記録されるデータに応じて、複数の長さの異なるマークおよびスペースが光ディスク上に形成される。光ディスク上に形成されたマークおよび
- 15       スペースはレーザ光を用いて読み出され、これによってデータが再生される。

- 20       しかし、同じレーザパワーまたはパルス波形を持つレーザ光を用いて書込みを行なったときにも、装置や記録媒体の個体差によって、記録媒体上に形成されるマークの形状が異り得る。マークの形状が所望の形状からずれていると、読み出された再生信号の波形が本来の波形からずれ、これによって再生品質が低下する。このため、記録再生装置では、記録媒体上に記録したデータを再生したときの再生信号の品質が、装置または記録媒体ごとに大きく異なり得るという問題が生じる。

このような再生信号の信頼性の低下を防止するために、記録再生装置では、記録媒体の装填時などにおいてテスト記録が行われている。具体的には、所定のデータを記録媒体上の所定の領域に記録し、この記録されたデータを再生して信号品質を確認する。記録再生装置は、その結果に基づいて再生系の特性の最適化や記録に関するパラメータ（記録パラメータ）の最適化を行う。

なお、本明細書において、記録パラメータとは、記録媒体上に形成されるマークの形状を変化させ得るような、装置の記録動作を規定するパラメータを広く意味するものとする。典型的には、記録パラメータは、光ディスクなどにレーザ照射を行なう際に用いられる記録パルスの波形を規定するパラメータ（例えばパルス幅、パルスエッジ位置など）である。

特に、相変化媒体を利用する光ディスクのようにレーザ照射により熱が与えられることで情報が記録される記録媒体においては、熱干渉によって、媒体上に所望でない形状のマーク（すなわち、エッジ位置がシフトしたマーク）が形成されやすい。この熱干渉の程度は、記録媒体上に形成されるマークおよびスペースのパターンによっても異なる。従って、このような記録媒体を用いる場合、上記のパターンに応じて最適な記録パラメータを設定することが好ましい。

テスト記録において、再生信号の品質は、例えば、ジッタ（再生信号の時間軸方向の揺れ）によって判断される。図１は、再生信号のジッタが最小となるように再生系の特性あるいは記録パラメータの最適化を行なう従来の光ディスクドライブ９００を示す。

光ディスクドライブ９００は、光ディスク１に情報を書込むまた

は光ディスク 1 から情報を読み取るための光学ヘッド 2 を有している。データを読み取るとき、光ディスク 1 に対して照射された光の反射（反射光）は、光学ヘッド 2 において、記録されたデータに対応する再生信号に変換される。

- 5       再生信号は、波形等化器 3 によって波形整形された後、コンパレータ 4 によって 2 値化される。このコンパレータ 4 のしきい値（スライスレベル）は、不図示の積分回路などによって、コンパレータ 4 からの 2 値化出力の積分結果が 0 となるようにフィードバック制御されている。これは、通常、再生信号を積分すると 0 になるよう  
10       な記録方式が採用されており、再生信号が理想的には直流成分を有さない（すなわち DC フリーである）ことを利用して、外的要因（例えば、記録媒体の反射率変動など）によって生じる再生信号の  
      所望でない変動を抑制するためである。

- 次に、位相比較器 5 において、コンパレータ 4 からの 2 値化出力  
15       と再生クロック信号との位相誤差が測定される。この再生クロック信号は、PLL（phase locked loop）回路によって、再生信号に含まれるクロック情報から抽出される。より具体的にいうと、位相比較器 5 において検出された位相誤差を LPF（ローパスフィルタ）6 によって平均処理し、これを VCO（電圧制御発振器）7 の  
20       制御電圧として用いる。このとき、VCO 7 の発振周波数および出力されるクロック信号の位相は、位相比較器 5 から出力される位相誤差の累積が 0 になるようにフィードバック制御される。これによって、VCO 7 からは、再生信号と同期が取られた再生クロック信号が出力される。

ただし、PLL回路を用いて生成された再生クロック信号を用いる場合であっても、形成されたマークのエッジにおいて所望でないずれ（シフト）が生じており、マークの長さが理想的な長さと異なるときには、2値化信号と再生クロック信号との間に位相誤差が生じる。光ディスクドライブ900では、この位相誤差に基づいて再生信号のジッタが測定される。以下、光ディスクドライブ900における記録パラメータの校正動作についてより具体的に説明する。

まず、初期設定された記録パラメータおよびパターン発生回路8から出力される所定の記録パターンに従って、記録補償回路9は記録パルス信号を生成する。この記録パルス信号を用いて、レーザ駆動回路10は、所定の記録パターンに応じたデータを光ディスク1に記録する。

次に、このデータが記録された光ディスク1上のトラックが読み出される。このとき誤差検出回路11は、位相誤差比較器5から、コンパレータ4の出力（2値化信号）とVCO7の出力（再生クロック信号）との位相誤差を受け取り、この位相誤差の絶対値を積分する。このように、誤差検出回路11は、位相誤差の絶対値を積分することによって、ジッタと相関をもつ値（ジッタ量）を測定し、これを出力する。

このように位相誤差の絶対値を積分している理由は、ジッタは、再生信号のずれの分散（ばらつき）の程度を表すものであるからである。このため、ジッタと相関をもつ値を得るためには、符号（極性）を無視して位相誤差を加算する必要がある。

このようにして得られたジッタ量に基づいて、光ディスクドライ

ブ900は、用いられた記録パラメータが適切であったか否かを判断することができる。検出されるジッタ量が大きいことは、記録パラメータが適切でないことを意味する。

5       また、光ディスクドライブ900は、記録パラメータを最適化するために、その値を変化させながら上述の動作を繰り返す。これにより、記録パラメータ毎に、それぞれに対応するジッタ量が検出される。このうち、ジッタ量が最小となる記録パラメータを選択することで、記録パラメータの最適化が行われる。

10       以下、図2および図3を参照しながら、再生信号のジッタ測定に基づく記録パラメータの最適化の手順についてより詳細に説明する。以下には、6Tスペース、4Tマーク、6Tスペース、8Tマークの繰り返しで規定される記録パターンを用いてテスト記録を行なうことによって、4Tマークの後側のエッジ（以下、終端エッジという）の位置を規定する記録パラメータの最適化を図る場合を例示す  
15       る。なお、本明細書では、記録媒体上に形成されたマークまたはスペースに対応する記録パターンの極性反転期間（パルス幅）が $mT$ （ $m$ は1以上の整数、 $T$ はクロック周期）である場合に、そのマークまたはスペースを $mT$ マークまたは $mT$ スペースと呼ぶことがある。また、上記極性反転期間 $mT$ は、マークまたはスペースの長さ  
20       に対応するものであることから、本明細書では、マークの長さおよびスペースの長さを $mT$ というように表現することがある。

光ディスク1では、6T以上の長いマークとスペースとが連続する場合には熱干渉によるマークエッジのシフトが生じにくく、6T以上の長いマークとスペースとの組み合わせに関しては、各組み合

わせに共通の最適な記録パラメータが既に設定されているものとする。すなわち、この例においては、6 Tスペースと8 Tマークとにおけるマーク始端エッジ、または、8 Tマークと6 Tスペースとにおけるマーク終端エッジについては、最適な記録パラメータで記録  
5      されているものとする。

図2 (a) のような周期的なNRZ I (non-return to zero inverted) 信号 (記録パターン) がパターン発生回路8から与えられ、また、所定の記録パラメータが光ディスクコントローラ12から与えられると、記録補償回路9は、例えば、図2 (b) に示すよ  
10      うなレーザ駆動信号 (記録パルス信号) を生成する。ここで、図2 (b) に示すT s f pはマークの前側のエッジ (以下、始端エッジという) の位置を決定する記録パラメータであり、T e l pはマーク終端エッジの位置を決定する記録パラメータである。これらの記録パラメータに基づいて記録パルス信号が生成される。

15      このようにして生成された記録パルス信号に従って光ディスク1上にレーザを照射することによって、光ディスク1上には、図2 (c) に示すように物理的にマークが形成される。記録層として相変化媒体層を用いる光ディスク1では、このマークは記録層におけるアモルファス領域として形成される。

20      ここで、4 Tマークの終端エッジの位置を定める記録パラメータであるT e l pの値を、T e l p 1、T e l p 2、T e l p 3と変化させた場合のそれぞれについて考える。なお、T e l p 1、T e l p 2、T e l p 3は、4 Tマークを書込むためのマルチパルスのうちのラストパルスの幅に相当し、 $T e l p 1 < T e l p 2 < T e$



lp3の関係を満たす。また、Telp2は、マークの形状が所望の形状となるような最適な記録パラメータであるものとする。このように記録パラメータTelpを、Telp1、Telp2、Telp3と変化させた場合において、光ディスク上に形成される4T  
5 マークの形状（マーク終端エッジの位置）は図2（c）に示すように変化する。

記録パラメータTelpを最適値のTelp2としたとき、図2（d-1）の実線で示すような再生信号が得られる。なお、図2（d-1）において、破線は、TelpをTelp1またはTelp3に設定した場合における再生信号を表す。  
10

上述のように図2（d-1）の実線で示すような再生信号が得られると、この再生信号に基づいて、コンパレータ4のしきい値Th1は、その2値化出力の積分値が0となるように設定される。このようにして設定されたしきい値Th1を用いて2値化が行なわれ、  
15 これにより2値化信号が得られる。さらに、位相比較器5において、コンパレータ4から出力される2値化信号と再生クロック信号との位相誤差が検出され、検出された位相誤差の積分値が0となるように再生クロック信号がフィードバック制御される。このようにして、図2（e-1）に示すような再生クロック信号が生成される。

20 一方、記録パラメータTelpを、最適値Telp2より小さい値Telp1に設定した場合、図2（d-2）の実線で示すような再生信号が得られる。この場合、4Tマーク終端エッジのエッジポジションが時間軸方向にシフトしているため、コンパレータ4のしきい値Th2は、図2（d-2）に示すように、図2（d-1）に

示すレベル $T_{h1}$ よりも高くなる。これにより、コンパレータ4から出力される2値化信号も変化する。また、この2値化信号との位相誤差の積分値が0となるように生成された再生クロック信号は、  
図2(e-2)に示すように、図2(e-1)に示すクロック信号  
5 に比べて位相が進んだものとなる。

逆に、記録パラメータ $T_{elp}$ を、最適値 $T_{elp2}$ より大きい値 $T_{elp3}$ に設定した場合、図2(d-3)の実線で示すような再生信号が得られる。この場合、4Tマーク終端エッジのエッジポジションが時間軸方向にシフトしているため、コンパレータ4のし  
10 きい値 $T_{h3}$ は、図2(d-3)に示すように、図2(d-1)に示すレベル $T_{h1}$ よりも低くなる。これにより、コンパレータ4から出力される2値化信号も変化する。また、この2値化信号との位相誤差の積分値が0となるように生成された再生クロック信号は、  
図2(e-3)に示すように、図2(e-1)に示すクロック信号  
15 に比べて位相が遅れたものとなる。

ここで、マーク終端エッジ（再生された2値化信号の立ち上がりエッジ）での、再生信号（ここではコンパレータから出力される2値化信号）と再生クロック信号との時間ずれまたは位相誤差（いわゆるデータクロック間ジッタ）を測定すると、記録パラメータ $T$   
20  $_{elp}$ を $T_{elp1} \sim T_{elp3}$ とした場合のそれぞれで図3(f1)～図3(f3)に示すような分布が得られる。なお、図3(f1)～図3(f3)のそれぞれには、4Tマーク終端エッジに関連する上記位相誤差の分布を示す曲線と、8Tマーク終端エッジに関連する上記位相誤差の分布を示す曲線とが示されている。また、4

Tマーク終端エッジのばらつきと、8 Tマーク終端エッジのばらつきとは、同じ分散値の正規分布を持つものと仮定している。

図3 (f-2) は、記録パラメータ  $T_{elp}$  を適切な値  $T_{elp2}$  に設定した場合を示す。この場合、4 Tマーク終端エッジを表す再生信号の立ち上がりエッジと再生クロックとの間の位相誤差の分布は0を中心とする正規分布となり、この位相誤差の平均値は0となる。また、8 Tマーク終端エッジを表す再生信号の立ち上がりエッジと再生クロックとの位相誤差の分布も0を中心とする正規分布となり、この位相誤差の平均値が0となる。すなわち、両者の分布曲線は略重なるように形成される。このように、4 Tマークの終端エッジの位置を規定する記録パラメータが適切である場合には、再生信号のトータルのジッタは最小になる。

しかし、記録パラメータ  $T_{elp}$  が  $T_{elp1}$  (最適値  $T_{elp2}$  より小さい値) の場合は、図2 (e-2) に示すように再生クロック信号の位相が図2 (e-1) に示したものに比べてずれているため、図3 (f-1) に示すように、4 Tマーク終端エッジに関連する位相誤差の平均値および8 Tマーク終端エッジに関連する位相誤差の平均値のそれぞれは0とはならない。これらの位相誤差の分布は重ならず、0から同じ距離だけ離れたところに中心をもつ正規分布となる。すなわち、4 Tマーク終端エッジのシフトによって再生クロックの位相が変化するので、4 Tマークだけでなく、本来適切な記録パラメータで記録されていた8 Tマークに対応する再生信号においても、その位相誤差の平均 (分布曲線のピーク) が0にはならなくなる。この結果、図3 (f-2) の場合と比べて、再生信

号とクロック信号とのずれ幅が全体として大きくなり、再生信号のジッタが増大する。

同様に、記録パラメータ  $T_{e1p}$  が  $T_{e1p3}$ （最適値  $T_{e1p2}$  より大きい値）の場合は、図 3（f-3）に示すように、4 T マーク終端エッジに関連する位相誤差の平均値と 8 T マーク終端エッジに関連する位相誤差の平均値とが 0 にならず、これらの位相誤差の分布は重ならず、0 から同じ距離だけ離れたところに中心をもつ分布となる。なお、図 3（f-3）に示す 2 つの分布曲線と図 3（f-1）に示した 2 つの分布曲線とでは、4 T マーク終端エッジに関する分布と 8 T マーク終端エッジに関する分布とが入れ替わっていることになる。この場合も、図 3（f-2）の場合と比べて、再生信号とクロック信号とのずれの分散が広がるため、再生信号の全体的なジッタが増大する。

このようなジッタの増大を抑制するために、図 1 に示す光ディスクドライブ 900 は、再生信号とクロック信号との位相誤差の絶対値を累積することでジッタと相関のある値を求め、この値が最小となるように記録パラメータを選択している。図 3（g）は、設定された記録パラメータ  $T_{e1p}$  と、誤差検出回路 11 から出力されるジッタ量（すなわち、位相誤差の絶対値の累積値）との関係を示すグラフである。このグラフからわかるように、記録パラメータ  $T_{e1p}$  が  $T_{e1p2}$  の時に、誤差検出回路 11 から出力されるジッタ量が最小となる。光ディスクドライブ 900 は、このような最適な記録パラメータ  $T_{e1p2}$  を見つけるために、記録パラメータ  $T_{e1p}$  を変化させて所定のデータを書込む。

なお、上記の例では4 Tマーク終端エッジの記録パラメータ  $T_{e1p}$  を最適化する際の手順について説明したが、4 Tマーク始端エッジを規定する記録パラメータ  $T_{sf p}$  についても、上記と同様の記録パターン（すなわち、6 Tスペース、4 Tマーク、6 Tスペース、8 Tマークの繰り返しパターン）を用いて最適な値を決定することができる。

さらに、その他の長さのマークについても、同様の手順によって、最適な記録パラメータを決定する。ただし、この場合、マーク長とスペース長との組み合わせのそれぞれに対応する特定の記録パターンを用いてテスト記録が行われる。例えば、6 Tスペース、3 Tマーク、6 Tスペース、9 Tマークの繰り返しからなる記録パターンを用いて、3 Tマークと6 Tスペースとの組み合わせにおける3 Tマーク終端エッジに係る記録パラメータと、6 Tスペースと3 Tマークとの組み合わせにおける3 Tマーク始端エッジに係る記録パラメータとを最適化する。

以下、マーク長とスペース長との組み合わせ毎に設定される記録パラメータについてより具体的に説明する。

光ディスク装置では、符号変調方式などに応じて、記録データ信号の極性反転期間が所定の期間に限定される。すなわち、記録媒体上に形成されるマークおよびスペースの長さは所定の範囲に限定されている。例えば、符号変調方式として8/16変調を採用する場合、記録すべきデータは、クロック周期  $T$  の整数倍である3 T～11 Tの反転期間を持つ記録パターンで表され、また、同期検出のために記録されるSYNCコードは14 Tの反転期間を持つ記録パタ

ーンで表される。このような記録パターンに基づいて、記録媒体上に、上記  $3T \sim 11T$  または  $14T$  の反転期間に対応する長さのマークまたはスペースが形成される。本明細書では、このことを、 $3T \sim 11T$  または  $14T$  の長さのマークまたはスペースが形成されるというように表現する。

ここで、記録データ信号の最小極性反転間隔を  $mT$  とし、最大極性反転間隔を  $nT$  とする（ただし、 $m$ 、 $n$  は 1 以上の整数）。この場合、形成されるマークおよびスペースの長さは  $mT \sim nT$  で表される。なお、マークの場合とスペースの場合とで、 $m$ （または  $n$ ）の値は互いに異なるものであっても良いが、ここでは同じとしている。

この場合において、記録媒体上に形成されるマークの始端エッジ位置は、マーク直前のスペースの長さとマーク自身の長さとはに応じて変化し得る。従って、始端エッジ位置を規定する記録パラメータ  $T_{sfp}$  は、直前のスペースの長さ  $mT \sim nT$  とマーク自身の長さ  $mT \sim nT$  との組み合わせ毎に設定される。また、マーク終端位置に関する記録パラメータ  $T_{elp}$  は、自身のマークの長さ  $mT \sim nT$  と直後のスペースの長さ  $mT \sim nT$  との組み合わせごとに設定される。

ただし、上述したように、比較的長いマークと比較的長いスペースとの組み合わせではマークのエッジシフトは生じにくい。このため、所定の長さ以上のマークとスペースとの組み合わせに対しては、各組み合わせ毎に記録パラメータを別個に規定する必要はない。このようなマークの所定の長さを  $(m+a)T$ 、スペースの所定の長

さを  $(m+b)T$  とする（ただし、 $a$ 、 $b$  は、 $0$  以上  $n$  未満の整数）。この場合、記録媒体上に形成されるマークの始端エッジの位置は、マーク直前のスペースの幅  $mT \sim (m+b)T$  とマーク自身の長さ  $mT \sim (m+a)T$  との組み合わせに依存して変化し得る。

- 5 また、記録媒体上に形成されるマークの終端エッジの位置は、マーク自身の長さ  $mT \sim (m+a)T$  と直後のスペースの幅  $mT \sim (m+b)T$  との組み合わせに依存して変化し得る。

従って、記録パラメータは、好適には、 $a$  通りのマークの長さ、 $b$  通りのスペースの長さ、マーク始端エッジまたはマーク終端エッジのいずれであるかとの組み合わせ（ $a \times b \times 2$  通りの組み合わせ）のそれぞれについて規定される。

例えば、 $m=3$ 、 $a=b=3$  とすると、以下、表 1（マーク始端エッジを規定する記録パラメータ  $Tsf p$ ）および表 2（マーク終端エッジを規定する記録パラメータ  $Te l p$ ）に示すように 32 通りの記録パラメータが規定される。これは、現在広く用いられている 4.7GB の記録容量を有する DVD-RAM ディスクの規格に対応するものである。

（表 1）

$Tsf p$	$3Tm$	$4Tm$	$5Tm$	$6Tm$
$3Ts$	5	4	2	1
$4Ts$	5	4	2	1
$5Ts$	5	4	2	2
$6Ts$	6	4	3	2

(表 2)

T e l p	3 T m	4 T m	5 T m	6 T m
3 T s	9	1 0	1 0	1 1
4 T s	9	1 0	1 0	1 1
5 T s	9	9	1 0	1 0
6 T s	8	9	1 0	1 0

- 5       なお、上記表 1 および表 2 には、例えば 3 T のマークを「3 T m」というように記載し、例えば 3 T のスペースを「3 T s」というように記載している。また、表内の数値は記録パラメータを例示したものである。光ディスクドライブ 900 は、このように、マーク長とスペース長との組み合わせ毎に規定されたマーク始端エッジ  
10       およびマーク終端エッジに関する 3 2 通りの記録パラメータのそれぞれについて最適化を行なう。

以下、図 4 のフローチャートを参照しながら、全ての記録パラメータを最適化する場合における光ディスクドライブ 900 の動作を説明する。

- 15       まず、ステップ S 1 に示すように、記録媒体のテスト記録領域に光ヘッド 1 を移動（ジャンプ）させる。光ディスクドライブ 900 は、ここでテスト記録を行なうことによって、マーク長とスペース長との組み合わせ毎、およびマーク始端エッジまたはマーク終端エッジのいずれかによって別個に規定されている複数の記録パラメー



タのそれぞれについて最適化を行う。

次に、ステップS2に示すように、最適化されていない記録パラメータが存在するか否かが判断され、存在する場合には、その記録パラメータについての最適化が実行される。

- 5       この最適化のために、その記録パラメータに関連付けられた記録パターンを用いてテスト記録が行われる。テスト記録では、領域（例えばセクタ）毎に、記録パラメータの値を変化させながら、その記録パラメータに対応するものとして選択された所定の記録パターンに基づいて記録が行われる（ステップS3）。これにより、各  
10       領域には、記録パラメータの値に応じてエッジ位置が異なるマークが形成される。

- 次に、テスト記録領域に記録されたデータの再生が行われ、記録パラメータの値を変化させて記録が行なわれた領域毎に、誤差検出器5から出力されるジッタ量を測定する（ステップS4）。これに  
15       より、記録パラメータの値とジッタとの関係がわかるため、光ディスクドライブ900は、ジッタが最小となる記録パラメータの値を最適値として選定することができる（ステップS5）。このようにして記録パラメータが最適化される。

- その後、ステップS2において、さらに最適化すべき記録パラメータが存在する場合には、上記と同様にして、その記録パラメータ  
20       についての最適化が行なわれる。この動作を繰り返すことによって、全ての記録パラメータを最適化することができる。

このように、従来の校正動作では、全ての記録パラメータについて、その最適化は、複数のパラメータ値の中からジッタが最小にな

るパラメータ値を選択することで実行される。しかしこの場合には、各記録パラメータについて最適化を行なうたびに、パラメータ値を異ならせたテスト記録を行なう必要がある。これは、ジッタが最小となるパラメータ値を決定するためには、図3（g）に示すような

5 パラメータ値とジッタとの関係がわからなければならず、このためには、複数の記録パラメータ値を用いた場合のそれぞれにおいてジッタが測定される必要があるからである。しかし、このように、全ての記録パラメータについて複数のパラメータ値を用いたテスト記録を行なう場合には、校正動作に要する時間が長くなるという問題

10 が生じる。

また、上述のようにジッタを測定する場合には、記録パラメータに応じて異なる記録パターンを用いてテスト記録が行なわれる。各記録パターンは、検出されるジッタから、所定の記録パラメータの適否を評価できるように構成される必要がある。このため、記録パ

15 ターンとしては、多数の記録パラメータに対応しないように、例えば、6 Tスペース、4 Tマーク、6 Tスペース、8 Tマークの繰り返しというような比較的単純なパターンが用いられる。

しかし、このような記録パターンを用いた場合、光ディスク上に形成されるマークおよびスペースのパターンはランダム性に乏しいものとなる。このような規則性のあるパターンが形成されていると、その後のテスト記録動作などで、同じ領域にマークおよびスペースを形成するときに、前に形成されていたパターンの影響を受けやすい。このため、上述のようなパターンが形成されている場合には、

20 新たなデータの記録（上書き）を行なう前に、ランダムパターンを

用いて下地記録動作を行なう必要が生じる。このことによっても、テスト記録動作に要する時間が長くなる。

このように、従来の校正方法では、各記録パラメータの最適化を行なうために比較的長い時間が必要となる。この校正動作は記録媒体の脱着時等に行なわれるが、所要時間が長いため、装置がスタンバイ状態となるまでにかなりの時間を必要とする。

本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであり、記録パラメータの最適化をより短い時間で行うことができる記録再生装置を提供することをその目的とする。

10

#### 発明の開示

本発明の装置は、記録媒体に形成されるマークおよびスペースの組み合わせによって表現されるデータを前記記録媒体に書込むこと、および／または、前記記録媒体から前記データを読み出すことを行なう装置であって、それぞれ互いに異なる、マーク長とスペース長との複数の組を含むように規定される記録パターンに対応する所定データを前記記録媒体に書き込む書き込み部と、前記記録媒体から前記所定データを読み出し、前記所定データに対応するデータ信号を生成する読み出し部と、前記データ信号を用いて、前記記録媒体上に形成された前記マークのエッジシフト量を、前記マーク長とスペース長との組ごとに測定するエッジシフト検出器と、前記測定されたエッジシフト量に基づいて、前記マーク長とスペース長との組ごとに記録パラメータを設定する記録制御器とを備える。

15

20

ある好ましい実施形態において、前記記録媒体に記録されたデー

タを読み出すことで得られる再生信号に基づいてクロック信号を生成するクロック生成器をさらに有し、前記エッジシフト量は、前記データ信号と前記クロック信号との間の位相誤差として検出される。

5 ある好ましい実施形態において、前記クロック生成器は、前記再生信号と前記クロック信号との間の位相誤差が全体として0に近づくように前記クロック信号を制御する。

ある好ましい実施形態において、最短マーク長および最短スペース長を $mT$ （ただし、 $m$ は1以上の所定の整数、 $T$ はクロック信号の周期）として表現するとき、前記マーク長とスペース長との複数の組は、 $mT \sim (m+a)T$ のマーク長と、 $mT \sim (m+b)T$ のスペース長との組み合わせ（ただし $a$ および $b$ は0以上の任意の整数）であり、前記記録パターンは前記組み合わせを連続して含むように規定されており、前記エッジシフト検出器は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記マークの始端におけるエッジシフト量と、前記マークの終端におけるエッジシフト量とを、それぞれ別個に測定する。

10

15

ある好ましい実施形態において、前記記録パターンは、前記記録パラメータの設定を行なうべき所定の前記マーク長とスペース長との前記組を1回ずつ含むように規定された単位パターンを有する。

20 ある好ましい実施形態において、前記エッジシフト検出器は、符号付のエッジシフト量を前記マーク長とスペース長との組ごとに累積する。

ある好ましい実施形態において、前記エッジシフト検出器は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト量に対応

する出力値を出力する。

ある好ましい実施形態において、前記記録制御部は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト検出器の前記出力値が所定の範囲内にあるか否かを判断し、前記出力値が前記所定の範囲内にないと判断された前記マーク長とスペース長との組についてのみ前記記録パラメータを変更する。

ある好ましい実施形態において、前記記録制御部は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト検出器の前記出力値の絶対値が所定値未満であるか否かを判断する。

ある好ましい実施形態において、前記マーク長とスペース長との複数の組のうちの所定の1組に関連づけられた前記エッジシフト検出器の前記出力値が基準値として用いられ、前記記録制御部は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト検出器の前記出力値と前記基準値との差が所定の範囲内にあるか否かを判断し、前記差が前記所定の範囲内にないと判断された前記マーク長とスペース長との組についてのみ、前記記録パラメータを変更する。

ある好ましい実施形態において、前記記録制御器は、前記エッジシフト検出器の前記出力値の符号に基づいて、前記記録パラメータを増加させるか減少させるかを決定する。

ある好ましい実施形態において、前記記録制御器は、前記エッジシフト検出器の出力値の大きさに基づいて、前記記録パラメータの増減量を決定する。

ある好ましい実施形態において、前記記録制御器は、前記記録パラメータの増減量を決定する際、前記マーク長とスペース長との組

に依じて、前記出力値の大きさに対する前記増減量の重み付けを行なう。

ある好ましい実施形態において、前記データ信号を2値化することによって2値化信号を生成する2値化回路を更に有し、前記2値化信号に基づいて、前記データ信号における特定の前記マーク長と  
5 スペース長との組が識別される。

あるいは、本発明の装置は、記録媒体に形成されるマークおよびスペースの組み合わせによって表現されるデータを前記記録媒体に書込むこと、および／または前記記録媒体から前記データを読み出すことを行なう装置であって、それぞれ互いに異なる、マーク長と  
10 スペース長との複数の組を含むように規定された所定の記録パターンに対応する所定データを前記記録媒体に書き込む書き込み部と、前記記録媒体から読み出された前記所定データに基づいて、前記記録媒体上に記録された前記マークのエッジシフト量を測定するエッジシフト検出器とを備え、前記所定の記録パターンは、前記マーク  
15 長とスペース長との複数の組のそれぞれが同一頻度で出現し、かつ、  
Digital Sam Valueが0となるように規定されている。

ある好ましい実施形態において、最短マーク長および最短スペース長を $mT$ （ただし、 $m$ は1以上の所定の整数、 $T$ はクロック信号の周期）で表現するとき、前記所定の記録パターンは、 $(m+a)T$ のマーク長と、 $(m+b)T$ のスペース長と、前記マークの始端および終端のそれぞれに依じて決まる極性との $a \times b \times 2$ 通りの組み合わせ（ただし $a$ および $b$ は0以上の任意の整数）が各1回ずつ  
20

出現するように規定された単位パターンを有する。

ある好ましい実施形態において、前記エッジシフト検出器は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト量を測定する。

5

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、従来の光ディスクドライブの構成図である。

図 2 は、従来の記録パラメータの校正動作を説明するための図である。

10 図 3 は、従来の記録パラメータの校正動作を説明するための別の図である。

図 4 は、従来の記録パラメータを求める動作のフローチャートである。

図 5 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置を示す図である。

15 図 6 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置の位相比較器の具体的回路構成図である。

図 7 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置の位相比較器のタイミングチャートである。

20 図 8 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置の 2 値化回路の構成図である。

図 9 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置のパターン検出回路とエッジシフト検出回路の動作の概略図である。

図 10 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置においてエッジシフト量が位相誤差として検出されることを説明するための図であ

る。

図 1 1 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置のパターン検出回路の詳細な構成図である。

5 図 1 2 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置のエッジシフト検出回路の詳細な構成図である。

図 1 3 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置のエッジシフト検出回路の動作を規定する信号を示す図である。

図 1 4 は、本発明の記録再生装置で用いられる記録パターンを示す図である。

10 図 1 5 は、本発明の記録再生装置で用いられる他の記録パターンを示す図である。

図 1 6 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置における記録パラメータの最適化を行うための第 1 のシーケンスを示す概略図である。

15 図 1 7 は、本発明の実施形態に係る記録再生装置における記録パラメータの最適化を行うための第 2 のシーケンスを示す概略図である。

20 図 1 8 は、マーク長とスペース長との組み合わせによって、記録パラメータと検出エッジシフト量との関係が異なる例を示す図である。

図 1 9 は、テスト記録によってエッジシフト量が全体的に収束する様子を示すグラフである。

図 2 0 は、本発明の記録再生装置の別の実施形態を示す図である。

図 2 1 は、本発明の記録再生装置のさらに別の実施形態を示す図



である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係る記録再生装置を説明する。

図5は、本実施形態の光ディスク装置100を示す。光ディスク装置100は、光ディスク14が装填されたときなどにおいて、記録パラメータを最適化するための校正動作（テスト記録）を行なう。

テスト記録において、まず、パターン発生回路26から入力された所定の記録パターンと、初期設定された記録パラメータとを用いて、記録補償回路27によって記録パルス信号が生成される。なお、記録パラメータとしては、光ディスク14に予め記録されていたパラメータを読み取ったものを用いても良い。

本実施形態で用いられるテスト記録用の記録パターンは、例えば、4Tマーク、3Tスペース、4Tマーク、4Tスペース、4Tマーク、5Tスペース…（以下、4m3s4m4s4m5s…というように示す場合もある）というように、それぞれ互いに異なる、マーク長とスペース長との複数の組を含むように規定されている。より具体的には、記録パターンは、基準となる6T以上のマークと6T以上のスペースとの組み合わせ以外に少なくとも2つの組を含むように構成されている。上記例では、4m3sの組、4m4sの組、4m5sの組などが含まれている。また、この記録パターンは、上記表1および表2に示したような、マーク長とスペース長との組ごとに設定される記録パラメータ（例えば32通り）の全てを最適化

できるように構成されている。さらに、この記録パターンは、DSV (Digital Sum Value) が0となるように構成されている。なお、好適な記録パターンについてのより詳細な説明は後述する。

5        レーザ駆動回路28は、このようにして生成されたレーザ発光制御パルス信号に応じて光ヘッド13を駆動し、光ディスク14に所定のデータを記録する。光ディスク装置100では、いわゆるマークエッジ記録方式が採用されており、光ディスク14には、所定のデータに対応する、長さの異なる複数のマークとスペースとが形成  
10        される。

次に、各記録パラメータを最適化するために、上記光ディスク14に記録された所定のデータを再生し、得られた再生信号からパラメータの適否を判断する。

このために、まず、光ヘッド13を用いて再生用レーザが光ディスク14上に照射される。光ディスク14上に記録された所定のデータからの反射光は、光ヘッド13において再生信号に変換される。  
15        この再生信号は、増幅された後に波形等化器15により波形整形される。

なお、本実施形態では、光ヘッド13が、光ディスク14上にデータを書込むとともに、光ディスク14上に記録されたデータを読み出すことができるが、データ書込み装置とデータ読出し装置とは本  
20        実施形態の光ヘッド13のように一体的に設けられていても良いし、また、それぞれ別個に設けられていても良い。

波形整形された再生信号は、アナログーデジタル変換器 (A/D

変換器) 16によって標本化および量子化され、これにより、A/D変換器16からは、多値レベルを有するデータがデジタル信号として出力される。なお、A/D変換器16におけるサンプリング周波数は、後述するようにフィードバック制御されるVCO(電圧制御発振器) 21からの出力(再生クロック信号)に基づいて設定される。

高域通過フィルタ17は、A/D変換器16から出力された信号に含まれ得る不要な低周波数成分を除去する。高域通過フィルタ1からの出力は、PLL回路40の一部を構成する位相比較器18および記録パラメータ設定ブロック50へと入力される。

位相比較器18は、入力されたデジタル信号に基づいて、再生信号とクロック信号(すなわちVCO21の出力)との間の位相誤差を検出する。この位相誤差の検出方法については後述する。LPF(ローパスフィルタ)19は、検出された位相誤差からVCO21が追従すべき周波数を決定する。LPF19から出力された信号は、デジタル-アナログ変換器(D/A変換器)20でアナログ信号に変換される。このアナログ信号によりVCO21が制御され、再生クロックを生成する。

このように本実施形態では、位相比較器18、LPF19、VCO21などによってPLL回路40が構成されている。PLL回路40において、VCO21から出力される再生クロック信号は、再生信号との位相誤差が全体として0に近づくように(すなわち、再生信号における各極性反転部分で測定される位相誤差の累積値または平均値が0に近づくように)フィードバック制御される。このよ

うにして、再生信号に基づいて、再生信号と同期が取られたクロック信号が生成される。

ただし、上述のように再生信号とクロック信号との全体的な位相誤差を抑制した場合にも、再生信号の各極性反転部分においてクロック信号との位相誤差が生じ得る。この位相誤差は、記録パラメータが適切でないことなどによって、マークのエッジが適切な位置からシフトしていることによって生じる。従って、それぞれの極性反転部分での位相誤差を検出すれば、対応するそれぞれのマークのエッジシフトを検出することができる。また、マークのエッジシフトの程度および方向は、位相誤差の大きさおよびその符号（極性）によって示され得る。従って、位相誤差を測定すれば、対応するマークのエッジの位置が、理想的なマークのエッジ位置に対して、いずれの方向にどの程度ずれているかを示し得る値（以下、エッジシフト量という）を得ることができる。

このように、本実施形態では、マークのエッジシフト量を、記録媒体上のデータを再生した信号とクロック信号との位相誤差として検出する。なお、本明細書において、位相誤差とは、再生信号の極性反転部分における、再生クロック信号の立ち上がりエッジ（A/D変換器16におけるサンプリングのタイミングに対応）との時間軸上のずれを意味するものとする。

次に、エッジシフト量を求めることによって記録パラメータを最適化する記録パラメータ設定ブロック50について説明する。

記録パラメータ設定ブロック50において、2値化回路22は、高域通過フィルタ17から入力されるデジタル再生信号を2値化す

ることによって、記録パターンに対応する２値化データを再生する。  
このようにして得られた２値化データに基づいて、パターン検出回路２３は所定のマーク長とスペース長との組み合わせに対応する信号パターンを識別することができる。

５       また、エッジシフト検出回路２４は、パターン検出回路２３で識別された所定のマーク長とスペース長との組み合わせに毎に上述の位相誤差を累積加算する。これによって、記録媒体上に形成されたマークのエッジシフト量を、マーク長とスペース長との組ごとに測定することができる。

１０       光ディスクコントローラ２５は、マーク長とスペース長との組み合わせ、および、マーク始端エッジまたはマーク終端エッジのいずれであるかの組み合わせ（すなわち、記録パラメータのそれぞれに対応する組み合わせ）毎に、エッジシフト量が所定の範囲内にあるか否かを判断する。所定の範囲内にある場合、その組み合わせに対応付けられた記録パラメータは適切であると判断して更新しない。  
１５       一方、所定の範囲内にない場合、その組み合わせに対応付けられた記録パラメータは変更が必要であると判断される。光ディスクコントローラ２５は、変更が必要と判断された記録パラメータのみを更新するように動作する。

２０       光ディスクコントローラ２５は、測定されたエッジシフト量に基づいて、マーク長とスペース長との組ごとに記録パラメータを設定することができる。光ディスクコントローラ２５は、必要に応じて更新された記録パラメータを記録補償回路２７へと出力する。

記録補償回路２７は、光ディスクコントローラ２５から得られる

記録パラメータに基づいて、記録パルス信号を生成する。このようにして生成された記録パルス信号を用いて、さらにテスト記録が続けられる。その後、上述と同様の動作によって記録パラメータの適否が判断され、そこで更新すべきパラメータがある場合にはさらに  
5 テスト記録を行なう。このようにして、全ての記録パラメータの最適化が行なわれる。

以上に説明したように、本実施形態の光ディスク装置１００では、記録パラメータ毎に異なる記録パターンを用いるのではなく、マーク長とスペース長との複数の組を含むように規定された所定の記録  
10 パターンを用いてテスト記録が行なわれる。このとき、マーク長とスペース長との組み合わせ毎にエッジシフト量を検出することによって、いずれの組み合わせでのマークのエッジがどちらの方向にどの程度シフトしているかを検出することができる。これによって、複数の記録パラメータのうちの補正すべき記録パラメータを選別す  
15 ることができる。従って、全ての記録パラメータに対して同様のテスト記録を繰り返す従来の校正動作に比べて、所要時間を大幅に短縮することが可能である。

以下、位相誤差の検出方法またはエッジシフト量の検出方法などについてより詳細に説明する。

20 まず、図６および図７を参照しながら、PLL回路４０を構成する位相比較器１８の具体的構成およびその動作について説明する。位相比較器１８は、高域通過フィルタ１７から入力されるデジタル信号（量子化された再生信号）に基づいて、再生信号と再生クロック信号との位相誤差を検出する。

例えば、図 7 (a) に示すような再生信号が A/D 変換器 16 に  
入力された場合、図 7 (b) に示すような再生クロック信号に基づ  
いてサンプリングが行なわれる。従って、高域通過フィルタ 17 か  
ら位相比較器 18 へは、図 7 (c) に示すようなデジタル信号（サ  
ンプルデータ）が入力される。なお、ここでは P R M L (Partial  
Response Most Likelihood) 復号技術が採用されており、入力  
されるデジタル信号は、理想的には “0”, “b”, “a + b”,  
“−b”, “−a − b” の 5 つの値のいずれかをとるものとする。

図 6 は、位相比較器 18 の回路構成を示す。この位相比較器 18  
は、n ビット構成の遅延型のフリップフロップ回路 D F F 1 ~ D E  
F 4、加算回路 A D D、セレクトア S E L 1、排他的論理和回路 E O  
Rなどを備えている。

D F F 1 に対して図 7 (c) に示すような信号が入力されると、  
D F F 1 は、1 クロック分だけ遅延された図 7 (d) に示すような  
信号を出力する。この遅延された信号（図 7 (d)）と、遅延され  
ていない信号（図 7 (c)）とは、加算回路 A D D に入力される。  
加算回路 A D D は両者の加算を行い、その加算結果における M S B  
（Most Significant Bit；最上位ビット）を出力するようになって  
いる。

この加算回路 A D D における加算によって、隣合うサンプルデー  
タの平均値に対応する加算データが得られる。この加算データの M  
S B は、隣合うサンプルデータの平均値が基準値（この例では  
“0”）以上であるか基準値未満であるかを表す。このため、再生  
信号が基準レベル（ここでは 0 のレベル）を横切るとき、加算デー

タのMSBが変化する。

出力されたMSBに基づいて、図7(e)に示すようなサンプルデータの極性を示す極性情報POLが得られる。この極性情報POLは、記録されたデータを表し得る。なお、加算データのMSBを用いて極性情報POLを生成している理由は、理想的には0の値をとるべきサンプルデータが、ジッタなどの影響で実際には-1または1などの僅かにずれた値を有していた場合であっても、加算データ（隣合うデータの平均値に対応する値）を用いることで、ジッタなどの影響に左右されずに、記録されたデジタルデータに対応する、  
10 より正確な極性情報POLを得ることができるからである。

加算回路ADDによる加算結果のMSBが変化することは、再生信号が0のレベルを横切ることを意味する。この再生信号における0のレベルを横切る点（ゼロクロスポイント）を検出するために、排他的論理和回路EORにおいて、MSBと、そのMSBをフリップフロップDEF3で1クロック遅延させたものとの排他的論理和  
15 がとられる。これにより、排他的論理和回路EORからは、図7(f)に示すようなゼロクロスポイント検出信号CROSSが出力される。このゼロクロスポイント検出信号CROSSは、図5に示すLPF19のゲートに出力される。

20 次に、位相誤差の検出方法を説明する。位相誤差を検出するために設けられたセクタSELには、nビットパラレルフリップフロップ回路DFF1から出力されたnビットのサンプルデータAと、そのサンプルデータAが反転回路Invで反転されたサンプルデータBとが入力される。セクタSELは、加算回路ADDの出力で



あるMSBをセレクト信号として、そのMSBの値に基づいてサンプルデータAとサンプルデータBとを切り換えて選択するようになっている。その結果として、セクタSELからは図7(g)に示すような位相誤差が出力される。ただし、タイミング調整のために

5 LPF19に対しては遅延要素として設けられたnビットパラレルフリップフロップ回路DFF2を介して出力するようになっている。

再生信号とクロック信号との間に位相誤差が生じている場合、ゼロクロスポイントに対応するサンプルデータは、位相誤差の大きさに応じて“0”以外の値を持つ。これは、サンプルデータがクロック

10 クロック信号に基づいて標本化されたものであるからである。ただし、再生信号とクロック信号との全体的な位相誤差を求めるためには、ゼロクロスポイントにおけるサンプルデータを、上述のように反転回路INVを用いて極性を揃える必要がある。例えば、クロック信号が再生信号に対してわずかに進んでいる場合、ゼロクロスポイント

15 検出信号CROSSがhighとなるときのサンプルデータは、再生信号の立ち上がり時と立下り時とで負の値と正の値とを繰り返す。これに対して、上記反転回路INVを用いて生成した位相誤差は常に負の値を示す。すなわち、上記反転回路INVを用いた場合、ゼロクロスポイントでの全てのサンプルデータにおいて、その極性は、

20 再生信号が遅れているのかまたは再生信号が進んでいるのかのいずれであるかを適切に示すことになる。

LPF19は、ゼロクロスポイント検出信号CROSSがhighのときのフリップフロップ回路DFF2からの出力信号（すなわち、ゼロクロスポイントでのデータ）を積分または平均化する。こ

のLPF19からの出力はD/A変換器20を介してVCO21に入力される。VCO21は、LPF19からの出力に基づいて、その出力信号（再生クロック信号）の位相または周波数を、上述のLPF19からの出力が0に近づくように制御する。このようにして、

5 PLL回路40では、各再生信号のゼロクロスポイントでの位相誤差の合計が最小となるように（すなわち、各ポイントでの位相誤差の平均値が0に近づくように）クロック信号の位相が制御される。

以下、図8～図11を参照しながら、記録パラメータ設定ブロック50についてより詳細に説明する。

10 まず、2値化回路22について説明する。図8に示すように、2値化回路22には、高域通過フィルタ17から、位相比較器18と同様に、nビットのデジタル再生信号が入力される。2値化回路22の加算器22bは、このデジタル再生信号と、nビットパラレルフリップフロップ回路22aを介して1クロック分だけ遅延された

15 デジタル再生信号とを加算し、加算結果のMSBを2値化結果としてパターン検出回路23に出力する。ただし、タイミング調整のためにフリップフロップ回路22cを介して出力するようになっている。なお、このようにして記録されたデータに対応する2値化信号を生成する動作は、位相比較器18において、極性情報POLを得

20 るための動作と同様である。従って、2値化回路22は、位相比較器18における極性情報POLを得るための構成として設けられた形態であっても良い。

次に、図9を参照しながら、パターン検出回路23とエッジシフト検出回路24の動作について説明する。

図9 (a) に示すように、例えば、後に6 Tスペースが続く4 T  
マークの終端エッジ (4 Tマークと6 Tスペースとの組み合わせに  
おける終端エッジ) のエッジシフト量を検出する場合において、図  
示するような再生信号と再生クロックとによって、量子化された再  
5 生信号が得られたものとする。

パターン検出回路23は、2値化回路22からの出力信号に基づ  
いて、楕円で囲まれたA点のデータが4 Tマークと6 Tスペースと  
における終端エッジ (再生信号における立ち上がりエッジ) に対応  
するデータであることを識別する。このA点のデータは、ゼロクロ  
10 スポイントにおけるデータであり、再生信号と再生クロック信号と  
の位相誤差に対応するものである。すなわち、このデータの値は、  
マークのエッジシフト量を示す。また、このデータの値は符号 (極  
性) を有しており、この符号はエッジシフトの方向を示し得る。以  
下、図10を参照しながら、この点についてより詳細に説明する。

15 図10 (a) に示すように4 Tマークと6 Tスペースとの組み合  
わせを含む記録パターンを用いてテスト記録を行なうとき、記録パ  
ラメータが適切でないことによって、図10 (b) に示すように光  
ディスク上の形成されるマークのエッジが、実線で示す理想的な位  
置から、破線で示すように前後にずれることがある。このとき、図  
20 10 (c) に示すように、得られる再生信号の波形も実線で示す理  
想的な波形から、破線で示すような波形にずれる。この再生信号の  
ずれの程度および方向は、マークのエッジシフトの程度および方向  
に対応している。

このとき、図10 (d) に示すようなクロック信号を用いて再生

5 信号のサンプリングを行なった場合において、図10(e)において●で示すように、理想的にはゼロクロスポイントでのサンプル値は0になる。これに対し、マークのエッジシフトが生じている場合には、ゼロクロスポイントでのサンプル値は、△または×で示すように、エッジのシフト量およびシフト方向に対応する大きさおよび極性を持つ0以外の値をとることになる。すなわち、マークエッジのシフト量およびシフト方向は、ゼロクロスポイントでのサンプル値の大きさおよび符号（極性）に反映される。従って、ゼロクロスポイントのサンプルの値を検出すれば、エッジシフト量を測定する  
10 ことができる。

再び図9を参照する。次にA点のデータ（図では'0'）は、エッジシフト検出回路24において、上記4Tマークと6Tスペースとの組み合わせに対応づけて設けられた加算回路とカウンタ回路とに入力される。なお、加算回路およびカウンタ回路は、マーク長と  
15 スペース長と終端エッジまたは始端エッジのいずれであるかとの組み合わせのそれぞれ毎に設けられている。このようにして、エッジシフト検出回路24は、パターン検出回路23からの出力に基づいて、ゼロクロスポイントでのデータの値を、各組み合わせ毎に、対応する加算回路に入力する。

20 加算回路に入力されたデータは、フリップフロップに保持されている現在までの累積結果に加算される。また、カウンタ回路は、パターン検出回路によって検出されたそのパターン（マーク長とスペース長との組み合わせ）の検出回数をカウントする。後述するように、この累積値をカウント数で除算することによって上記の各

組み合わせでのエッジシフト量を求めることができ、エッジシフト検出回路 24 は、組み合わせ毎のエッジシフト量を光ディスクコントローラ 25 に出力する。

5 本実施形態では、位相誤差の平均的が 0 となるように VCO 21 が制御されているので、再生信号における全てのゼロクロス点での量子化データを加算すると 0 となる。ただし、記録パラメータが最適でないときには、マーク長とスペース長との組み合わせ（すなわち、再生信号中に出現する所定のパターン）ごとに、エッジのシフトの程度に応じて位相誤差が異なった値をとり得る。上述の加算結果が 0 でない値をとるときには、その大きさによって記録マークのエッジシフトの程度が分かり、かつ、その符号によって記録マークのエッジが時間方向にどちらにずれているかが分かる。例えば、上述の 4 T マークと 6 T スペースとの組み合わせを例にとると、加算結果が正の値をとるときには 4 T マークの終端位置が最適な位置より  
10 りも短く形成されていることになり、負の値をとるときには長く形成されていることになる。

このようにして、記録パターンに含まれる特定パターン（マーク長とスペース長との組み合わせ）毎にエッジシフト量を検出することができる。なお、パターン毎に検出数が異なる場合には、加算結果をカウント数で割ることで、そのパターンについての平均的なエッジシフト量を求めることができる。この平均的なエッジシフト量によって、記録パラメータのうちのいずれを変更すべきかを判断  
20 できる。

ただし、上述のようにして検出されたエッジシフト量は、上述の

ようにフィードバック制御された再生クロック信号との位相誤差として検出されたものであり、実際に光ディスクに形成されたマークのエッジシフトに完全に対応するものとは限らない。例えば、記録パラメータが適切であり、実際にはマークのエッジシフトが生じていないパターンであっても、他のパターンでのエッジシフトのためにクロック信号の位相が変化している場合には、そのパターンについて位相誤差が検出され得る。

しかしながら、クロック信号は再生信号全体での位相誤差を0とするように制御されていることから、各パターンで検出された位相誤差は、記録パターン全体におけるエッジシフト量の平均値に対する、相対的なマークのエッジシフト量を示すものとして考えることができる。この相対的なエッジシフト量を検出すれば、エッジシフトの程度が特に大きいパターンを特定することが可能である。また、符号付の位相誤差を検出することによって、そのパターンでのエッジシフトの大きさおよびシフトの方向を推定することもできる。このようにすれば、変更が必要な記録パラメータを選別することができるので、校正動作に要する時間を短縮できるとともに、記録パラメータとしても適切な値を選択することが可能である。

光ディスクコントローラ25は、エッジシフト検出回路24の出力に基づいて補正が必要と判断した記録パラメータについて補正を行なう。さらに全ての記録パラメータが適切であると判断されるまでテスト記録が繰り返される。記録パラメータが適切であるか否かは、例えば、位相誤差の加算結果をSUMとし、カウント数をCとしたときに、 $|SUM/C|$ がA（Aは任意の値）未満となるかど

うか（すなわち、エッジシフト量が所定の範囲内にあるかどうか）によって判断することができる。エッジシフト量が所定の範囲内でない場合には、対応する記録パラメータが、そのエッジシフト量の大きさおよび符号に基づいて変更される。

5       以下、図 1 1 および図 1 2 を参照しながら、パターン検出回路 2 3 およびエッジシフト検出回路 2 4 の具体的な構成を説明する。図 1 1 に示すように、パターン検出回路 2 3 は、検出すべきパターンに応じて複数のシフトレジスタ 2 3 a を備える。ここでは、3 T ~ 6 T のマークと 3 T ~ 6 T のスペースとの組み合わせを検出するものとして 1 4 個のシフトレジスタ 2 3 a が設けられている。2 値化回路 2 2 からパターン検出回路 2 3 に入力された 2 値化信号は、この 1 4 個のシフトレジスタ 2 3 a のそれぞれに入力される。シフトレジスタ 2 3 a からの出力をそれぞれ SEL 0、SEL 1、…、SEL 1 3 とする。

15       例えば、6 T マークと 6 T スペースの立ち上がりエッジを検出するためには、SEL 0 が ' 1 ' かつ SEL 1 が ' 0 ' かつ SEL 2 が ' 0 ' かつ SEL 3 が ' 0 ' かつ SEL 4 が ' 0 ' かつ SEL 5 が ' 0 ' かつ SEL 6 が ' 0 ' かつ SEL 7 が ' 1 ' かつ SEL 8 が ' 1 ' かつ SEL 9 が ' 1 ' かつ SEL 1 0 が ' 1 ' かつ SEL 1 1 が ' 1 ' かつ SEL 1 2 が ' 1 ' かつ SEL 1 3 が ' 0 ' となるときに、6 T マークと 6 T スペースとの組み合わせを検出したものとして ' 1 ' を出力し、それ以外は ' 0 ' を出力するような論理回路を利用すればよい。他のパターンについても同様の論理回路を用いて検出できる。図 1 1 に示す回路構成では、3 T から 6 T まで

のマークと3 Tから6 Tまでのスペースの取り得る組み合わせ（立ち上がり、立ち下がりも含めて）の全て（32通り）を検出することができる。検出結果はフリップフリップ回路FFに入力された後、同期をとってエッジシフト検出回路24へと出力される。

5        図12に示すように、エッジシフト検出回路24には、パターン検出回路23からの出力（パターン検出結果）と、量子化された再生信号とが入力される。エッジシフト検出回路24に設けられた加算器ADDには、パターン検出結果に対応するゼロクロス点の量子化データが入力される。また、セクタSELには、パターン検出結果が入力される。なお、遅延素子としてのフリップフリップ回路  
10        などを利用してパターン検出結果の入力タイミングと量子化された再生信号の入力タイミングとを適切に調節することで、検出されたパターンにおけるゼロクロスポイントでのデータを加算器ADDに入力することが可能である。セクタSELは、パターン検出結果  
15        に従って、そのパターンに対応する、これまでの累積加算結果を選択し、加算器ADDに入力する。加算器ADDは、累積結果と新しく入力された上記量子化データとを加算し出力する。また、パターン検出結果から特定のレジスタにイネーブル信号が出力され、そのレジスタに上述の加算結果を格納する。

20        ただし、データ記録形式に応じて上述の加算動作を制御する必要があることがある。例えば、セクタ構造をもつ記録媒体の場合、図13（a）に示すような再生信号が得られる。記録媒体は、1セクタ毎に、アドレス情報を含むエンボス領域と書換え可能なデータ領域とを持つため、再生信号はこれらに対応した信号部分を持つ。こ



のような場合において、ユーザ領域にテスト記録を行いエッジシフト量を求めるときには、加算区間を定める制御が必要となる。この制御について具体的に説明する。図13(b)に示すような加算区間ゲート信号が入力されると、図12に示すように、この信号

- 5 (b)は、3段のフリップフロップ通過し、極性を反転した信号(c)とされた後、フリップフロップFF31～FF0に入力される。このとき、図13(c)に示すような加算器リセット信号を用いて、“High”の区間でフリップフロップをリセットし、Lowの区間で加算結果を格納する。また加算区間ゲートから図13
- 10 (d)に示すようなレジスタイネーブル信号が生成される。図12に示すように、この信号(d)は、加算区間ゲートの終端で加算結果をレジスタREG31～REG0に格納するイネーブル信号として機能する。このようにして、セクタ毎にエッジシフト量がレジスタREG31～REG0に格納される。このような回路構成を採用
- 15 することで1つの加算器を用いて記録パラメータの最適化に必要な全てのエッジシフト量を求めることができる。

以下、テスト記録動作で好適に用いられる記録パターンについて説明する。

- 本実施形態で用いられる記録パターンは、所定長のマークとスペースとの複数の組み合わせ(より具体的には、基準となる6T以上のマークと6T以上のスペースとの組み合わせ以外に少なくとも2
- 20 つの組み合わせ)を含むように構成されているが、好適には、これらの組み合わせの記録パターン中における発生頻度が同一になるように構成される。このように発生頻度を同一にした場合、上述のよ

うに、カウンタ回路を用いて位相誤差の加算結果をカウント数で除算せずとも、エッジシフトの大きい組み合わせを選定することが可能になる。

また、記録パターンは、そのDC成分が0となる（すなわち、DSV (digital sum value) が0となる）ように構成されていることが望ましい。これは、上述のようなDSVが0となる記録パターンを用いていれば、高域通過フィルタ17において、サンプル値の合計が0となるような信号処理を行なうことにより、再生信号に含まれ得る所望でないDC成分（低周波数成分）を適切に除去することが可能になるからである。このようにして再生信号のDC成分を除去しておけば、後段の2値化回路22などにおいて、適切な2値化信号を得ることが可能になる。なお、本実施形態とは異なりコンパレータなどを用いて再生信号を2値化する場合（図1参照）においても、DSVが0となる記録パターンを用いていれば、コンパレータからの出力（2値化出力）の積分値が0となるようにコンパレータのしきい値をフィードバック制御することにより適切な2値化出力を得ることができる。

さらに、単位長あたりにおける上記組み合わせの発生頻度が高くなるような記録パターンを採用することが望ましい。このような記録パターンを用いれば、各組み合わせにおけるエッジシフト量を短時間のうちに検出することができ、記録パラメータの最適化に要する時間を低減することができる。

このような記録パターンの例を図14に示す。図14には、5つの記録パターンが例示されている。いずれも、3Tマークから6T

マーク、3 Tスペースから6 Tスペースの組み合わせである3 2通りのパターンが、1 4 4ビットの記録パターンに1回ずつ発生する。また、1 4 4ビットの記録パターンに含まれるシンボル' 0 'とシンボル' 1 'の数は同数の7 2であり、記録パターンのDSVは0

5 となっている。

これらの記録パターンを用いた場合、エッジシフト検出回路2 4において、出力される各パターンのシフト量は、同一回数だけ加算が行なわれたシフト量の加算結果となる。このような記録パターンを用いることで、全ての組み合わせにおけるマークのエッジシフト

10 量を1回の記録と再生で求めることができる。

なお、図1 4に示した記録パターンでは、6 Tマークあるいは6 Tスペース以上のマークについては同一の記録パラメータで記録できることを想定し、6 Tマーク（またはスペース）を記録パターンに含むように記録パターンを構成している。ただし、図1 5に示す

15 ように、6 Tマーク（またはスペース）に代えて、8 Tマーク（またはスペース）を記録パターンに含んだ場合でも、各パターンが同一頻度で発生し、なおかつDSVが0となるような記録パターンを作成することが可能である。

以上に説明したような記録パラメータの最適化に適した記録パターンは、例えばパターン発生回路2 6に設けられたメモリなどの記憶装置に予め格納しておくことができる。この場合、光ディスク装置は、記録パラメータの最適化を行なうにあたり、上記記憶装置から読み出した記録パターンを用いてテスト記録を行なう。

20

次に、上述の記録パターンを用いて、本発明の記録再生装置で記

録補償学習を行う場合のシーケンス例について説明する。

図 1 6 は、本発明の記録再生装置の記録パラメータの最適化を行うための第 1 のシーケンス例を示す。まず、まず、ステップ S 1 0 に示すように、記録媒体のテスト記録領域に光ヘッド 1 を移動（ジャンプ）させる。次に、ステップ S 1 1 に示すように、記録媒体のコントロールトラックを読み出した値、あるいは装置自身が予め保持する値を記録パラメータの初期値として設定しテスト記録を行なう。このとき、テスト領域毎に記録パターンを変化させながら記録を行うようにしてもよい。ここで、記録パターンを変化させながら記録するとは、例えば図 1 4 に示した 5 つのパターンのうちからランダムに選択するなどして、複数の記録パターンを用いてテスト記録を行なうことを意味する。あるいは、同様の記録パターンを用いるが、その記録開始位置を変化させることを意味する。特に書き換え可能な記録媒体の場合は、上書きする際に既に書かれている記録パターンによって媒体上に形成される記録マークの形状が影響を受けるため、特定のパターンを繰り返し記録しないように工夫することが望ましい。このようにして、図 1 4 に示したようなランダム性の高い記録パターンを用いれば、上書きが行なわれる際に影響を及ぼさないようなパターンで、記録媒体上にマークおよびスペースが形成される。これによって、従来のように単純なパターンで記録が行なわれていた場合とは異なり、上書き（次回のテスト記録）を行なう際に、下地記録動作を行なう必要がなくなる。従って、テスト記録に要する時間を短縮することができる。

次に、ステップ S 1 2 に示すように、記録領域の再生を行い、マ

ーク長とスペース長との組み合わせ毎にエッジシフト量を取り込む。  
具体的には、図 1 2 に示す、3 2 通りのエッジシフト検出結果 R 3  
3 T、R 4 3 T、…、R 5 6 L、R 6 6 L を取り込む。なお、上  
述のようにテスト領域毎に異なる記録パターンでのテスト記録を行  
5 なった場合などにおいて、複数のエッジシフト量が得られた場合には、それらの平均値が算出され、この値がエッジシフト量として用  
いられる。

次に、ステップ S 1 3 に示すように、所定長のマークとスペース  
との組み合わせ毎に測定されたエッジシフト量の絶対値の全てが基  
10 準値 A 未満であれば、記録パラメータの更新を行わずパラメータの  
最適化を終了する。また、ステップ S 1 4 に示すように、エッジシ  
フト量の絶対値が基準値 A 以上のマークとスペースの組み合わせに  
ついては、記録パラメータの更新を行う。

このようにして選別された記録パラメータについて、その更新を  
15 行なう際、検出されたエッジシフト量の符号から記録パラメータの  
値を増加させるか減少させるかを決定することができる。さらに、  
検出されたエッジシフト量と基準値 A との差の大きさによって、記  
録パラメータの更新量を決定することができる。

その後、更新された記録パラメータを用いて、再びステップ S 1  
20 1 ~ 1 3 に示すように、記録および再生を行い、検出されるエッジ  
シフト量が基準値未満となるまでパラメータの更新と記録再生を行  
う。上述の基準値 A としては、例えば、エッジシフト量の絶対値が  
A 未満となる場合には、必ず再生クロックとデータとのジッタが  
9 % 以下となるような基準値を用いることができる。

図 1 7 は、本発明の記録再生装置の記録パラメータの最適化を行うための第 2 のシーケンス例を示す。図 1 6 に示すシーケンス例に対して図 1 7 に示すシーケンス例が異なる点は、マークのエッジシフトを表す指標として、上述のように位相誤差に基づいて測定されるエッジシフト量自体ではなく、エッジシフト量と基準シフト量との差を用いる点である。具体的には、ステップ S 1 5 において、所定長のマークとスペースの組み合わせ毎に、エッジシフト量と基準シフト量との差の絶対値が検出され、これらが基準値 A 未満であるか否かに基づいて、対応する記録パラメータを更新する必要があるか否かが判断される。上記のマーク長とスペース長の組み合わせ毎に求められた差の絶対値が全て基準値 A 未満である場合には、記録パラメータの更新を行わずパラメータの最適化を終了する。また、ステップ S 1 6 に示すように、エッジシフト量と基準シフト量との差の絶対値が基準値 A 以上のマーク長とスペース長との組み合わせについては、記録パラメータの更新を行う。

本実施形態では、基準シフト量として、 $3T \sim 6T$  のマークと、 $3T \sim 6T$  のスペースとの 3 2 通りの組み合わせのうち  $6T$  マーク  $6T$  スペースの立ち上がりエッジ、または  $6T$  スペース  $6T$  マークの立ち下がりエッジでのシフト量を用いる。従って、所定のマーク長とスペース長との組み合わせにおける立ち上がりエッジのシフトを検出する場合には、検出されたエッジシフト量から同時に検出された  $6T$  マーク  $6T$  スペースの立ち上がりエッジシフト量を減算し、その絶対値が基準値 A 以上であるか否かを判断する。また、所定のマーク長とスペース長との組み合わせにおける立ち下がりエッジの

シフトを検出する場合には、検出されたエッジシフト量から同時に検出された6 Tスペース6 Tマークの立ち下がりエッジシフト量を減算し、その絶対値が基準値A以上であるか否かを判定する。このようにして、更新が必要と判定された記録パラメータの更新を行う。

5       ここで、6 Tスペースと6 Tマークとの組み合わせにおけるエッジシフト量を基準シフト量として用いている理由は、6 Tスペースと6 Tマークとの組み合わせでは熱干渉によるエッジシフトはほとんど生じておらず、この組み合わせにおいて検出されるエッジシフト量は、エッジシフト以外の要因に基づいていると考えることができるからである。例えば、6 Tスペースと6 Tマークとの組み合わせ以外の組み合わせにおいてエッジシフトが発生している場合、再生クロック信号の位相が適切な位相から僅かにずれる場合がある。このとき、6 Tスペースと6 Tマークとの組み合わせでは、実際にはエッジシフトが生じていないにも拘わらず、エッジシフト量が検出されることになる。このようにして検出されるエッジシフト量は、  
10       本来検出されるべきエッジシフト量に付加された余分なエッジシフト量として考えることができる。従って、この6 Tスペースと6 Tマークとの組み合わせにおけるエッジシフト量を基準として、他のエッジシフト量を相対的な値として補正すれば（すなわち、これらの差を取れば）、実際のエッジシフトにより適切に対応した値を得ることができる。なお、以下では、この基準シフト量（すなわち、  
15       6 Tマークー6 Tスペースの立ち上がりエッジシフト量、あるいは6 Tスペース6 Tマークの立ち下がりエッジシフト量）を引いたエッジシフト量を補正エッジシフト量と呼ぶ。  
20

この補正エッジシフト量に基づいて記録パラメータを変更するとき、補正エッジシフト量の符号から記録パラメータの値を増加させるか減少させるかを決定し、補正エッジシフト量と基準値Aとの差の大きさに応じて記録パラメータの更新量を決定する。このようにして更新された記録パラメータを用いて、再度、テスト記録および再生が行われる。このようにして、検出される補正エッジシフト量が基準値未満となるまでパラメータの更新と記録再生を行う。なお、基準値Aとしては、例えば、補正エッジシフト量の絶対値がA未満となる場合には必ず再生クロックとデータとのジッタが9%以下となるような基準値を用いることができる。

このようにして、記録パラメータの更新量を検出されたエッジシフト量と基準値Aとの差の大きさ、あるいは補正エッジシフト量と基準値Aとの差の大きさによって記録パラメータの更新量を決定する。ただし、図18に示すように、所定長のマークとスペースの組み合わせ毎に、記録パラメータの値の変化量と検出されるエッジシフト量との関係が異なる場合がある。これは、マーク長とスペース長との組み合わせによって、記録パラメータの変更量に対する記録媒体上に形成されるマークの形状の変化の割合が異なることを意味する。この場合には、この関係に応じて記録パラメータの更新量を変更する（すなわち、更新量の重みを変える）ことが望ましい。図18に示すように、同一のエッジシフト量（あるいは補正エッジシフト量）であっても、4Tスペース3Tマークの始端エッジ（●で示すグラフ）は、6Tスペース5Tマークの始端エッジ（○で示すグラフ）よりも記録パラメータの変化に敏感な場合がある。このよ



うな場合、同じエッジシフト量の検出結果あるいは同じ補正エッジシフト量が得られたとしても、4 T スペース 3 T マーク始端エッジに関する記録パラメータの更新量をより小さくすることが望ましい。このように所定長のマークとスペースの組み合わせ毎に媒体上に形成される記録マークの形状の違いを考慮することで、記録パラメータの最適化がより適切に行なわれるため、より少ないテスト記録回数で記録パラメータの最適化が図られる。

図 19 は、このようにして校正動作を行なった場合における、テスト記録回数と、各組み合わせにおけるエッジシフト量との関係を示すグラフである。図から分かるように、1 回目のテスト記録時において、全ての組み合わせについてのエッジシフト量（位相誤差）が求められるが、特定の組み合わせの場合にのみエッジシフト量が大きくなることが分かる。従って、記録再生装置は、この組み合わせに対応する記録パラメータのみを更新して 2 回目のテスト記録を行なう。この結果、全体的にエッジシフト量が減少する。このような動作を繰り返すことで、全ての記録パラメータの最適化が実行され、全ての組み合わせでのエッジシフト量を全体的に収束させていくことができる。このように各組み合わせに対して個別に最適化をするのではなく、エッジシフト量の大きいものだけを適性化することによって、効率的に記録パラメータの校正動作を行なうことが可能である。

なお、図 5 に示す上述の記録再生装置 100 では、高域通過フィルタ 17 の出力から 2 値化回路で 2 値化を行い、2 値化結果からパターン検出を行う構成としたが、図 20 に示すようにパターン比較

回路 29 が 2 値化結果とパターン発生回路から出力される記録パターンとの比較を行い、一致したパターンに含まれるゼロクロス点の情報を使ってエッジシフト量を求めるような構成としてもよい。この場合、2 値化回路での誤判定の影響が及ばないので、より正確なエッジシフト量を求めることができる。

また、図 21 に示すように、PRML 回路 60 によってデータの復号（2 値化）を行ない、この結果に基づいて、パターン検出を行なうようにしてもよい。具体的には、高域通過フィルタ 17 の出力が FIR フィルタ 30 に入力され、FIR フィルタ 30 の出力から等化誤差が検出される。この等化誤差に基づいて、FIR フィルタ 30 のタップ係数を更新する LMS ブロック 31 により適応等化が行われる。次に、FIR フィルタ 30 の出力から、ビタビ復号回路 32 確率的に最も確からしい状態遷移を推定することによって 2 値化結果（復号データ）を出力する。パターン検出回路 23 は、ビタビ復号回路 32 の 2 値化結果を用いてパターン検出を行い、パターン毎にエッジシフト量を求めることができる。このような場合にも、PRML 回路 60 によって、符合間干渉等の影響が大きい場合などにおいて、より正確な 2 値化結果が得られるため、正確なエッジシフト量を求めることができる。

なお、以上に説明した実施形態では、予め設定された記録パターンを用いて記録パラメータの最適化を行なう形態を説明したが、光ディスク上に記録された任意のユーザデータを用いて記録パラメータの最適化を行うことも可能である。この場合にも、ユーザデータに含まれる複数のパターン（マーク長とスペース長との組み合わせ

せ) ごとのエッジシフト量を検出することで、各記録パラメータを適切に設定することができる。

#### 産業上の利用可能性

- 5        本発明によれば、マーク長とスペース長との複数の組を含むように規定される記録パターンで記録されたデータを再生し、この再生された信号から、マークのエッジシフト量をマーク長とスペース長との組ごとに測定する。これにより、変更が必要な記録パラメータを選択することができる。このようにして選択された記録パラメータのみを変更することによって、全ての記録パラメータの最適化をより短い時間で行うことができる。
- 10

## 請 求 の 範 囲

1. 記録媒体に形成されるマークおよびスペースの組み合わせによって表現されるデータを前記記録媒体に書込むこと、および／または前記記録媒体から前記データを読み出すことを行なう装置であって、

それぞれ互いに異なる、マーク長とスペース長との複数の組を含むように規定される記録パターンに対応する所定データを前記記録媒体に書き込む書き込み部と、

10 前記記録媒体から前記所定データを読み出し、前記所定データに対応するデータ信号を生成する読み出し部と、

前記データ信号を用いて、前記記録媒体上に形成された前記マークのエッジシフト量を、前記マーク長とスペース長との組ごとに測定するエッジシフト検出器と、

15 前記測定されたエッジシフト量に基づいて、前記マーク長とスペース長との組ごとに記録パラメータを設定する記録制御器とを備える装置。

2. 前記記録媒体に記録されたデータを読み出すことで得られる再生信号に基づいてクロック信号を生成するクロック生成器をさらに有し、

前記エッジシフト量は、前記データ信号と前記クロック信号との間の位相誤差として検出される請求項1に記載の装置。

3. 前記クロック生成器は、前記再生信号と前記クロック信号との間の位相誤差が全体として0に近づくように前記クロック信号を制御する請求項2に記載の装置。

5        4. 最短マーク長および最短スペース長を $mT$ （ただし、 $m$ は1以上の所定の整数、 $T$ はクロック信号の周期）として表現するとき、  
前記マーク長とスペース長との複数の組は、 $mT \sim (m+a)T$ のマーク長と、 $mT \sim (m+b)T$ のスペース長との組み合わせ  
（ただし $a$ および $b$ は0以上の任意の整数）であり、前記記録パ  
10        ターンは前記組み合わせを連続して含むように規定されており、  
前記エッジシフト検出器は、前記マーク長とスペース長との組ご  
とに、前記マークの始端におけるエッジシフト量と、前記マークの  
終端におけるエッジシフト量とを、それぞれ別個に測定する請求項  
1        1に記載の装置。

15        5. 前記記録パターンは、前記記録パラメータの設定を行なうべき所定の前記マーク長とスペース長との前記組を1回ずつ含むように規定された単位パターンを有する請求項4に記載の装置。

20        6. 前記エッジシフト検出器は、符号付のエッジシフト量を前記マーク長とスペース長との組ごとに累積する請求項1に記載の装置。

7. 前記エッジシフト検出器は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト量に対応する出力値を出力する請求項

1 に記載の装置。

8. 前記記録制御部は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、  
前記エッジシフト検出器の前記出力値が所定の範囲内にあるか否か  
5 を判断し、前記出力値が前記所定の範囲内にないと判断された前記  
マーク長とスペース長との組についてのみ前記記録パラメータを変  
更する請求項 7 に記載の装置。

9. 前記記録制御部は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、  
10 前記エッジシフト検出器の前記出力値の絶対値が所定値未満である  
か否かを判断する請求項 8 に記載の装置。

10. 前記マーク長とスペース長との複数の組のうちの所定の 1  
組に関連づけられた前記エッジシフト検出器の前記出力値が基準値  
15 として用いられ、

前記記録制御部は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前  
記エッジシフト検出器の前記出力値と前記基準値との差が所定の範  
囲内にあるか否かを判断し、前記差が前記所定の範囲内にないと判  
断された前記マーク長とスペース長との組についてのみ、前記記録  
20 パラメータを変更する請求項 8 に記載の装置。

11. 前記記録制御器は、前記エッジシフト検出器の前記出力値  
の符号に基づいて、前記記録パラメータを増加させるか減少させる  
かを決定する請求項 7 に記載の装置。

1 2. 前記記録制御器は、前記エッジシフト検出器の出力値の大きさに基づいて、前記記録パラメータの増減量を決定する請求項 1 に記載の記録装置。

5

1 3. 前記記録制御器は、前記記録パラメータの増減量を決定する際、前記マーク長とスペース長との組に応じて、前記出力値の大きさに対する前記増減量の重み付けを行なう請求項 1 2 に記載の記録装置。

10

1 4. 前記データ信号を 2 値化することによって 2 値化信号を生成する 2 値化回路を更に有し、

前記 2 値化信号に基づいて、前記データ信号における特定の前記マーク長とスペース長との組が識別される請求項 1 に記載の記録装置。

15

1 5. 記録媒体に形成されるマークおよびスペースの組み合わせによって表現されるデータを前記記録媒体に書込むこと、および／または前記記録媒体から前記データを読み出すことを行なう装置であって、

20

それぞれ互いに異なる、マーク長とスペース長との複数の組を含むように規定される所定の記録パターンに対応する所定データを前記記録媒体に書き込む書き込み部と、

前記記録媒体から読み出された前記所定データに基づいて、前記

記録媒体上に記録された前記マークのエッジシフト量を測定するエッジシフト検出器とを備え、

前記所定の記録パターンは、前記マーク長とスペース長との複数の組のそれぞれが同一頻度で出現し、かつ、Digital Sam  
5 Valueが0となるように規定されている装置。

16. 最短マーク長および最短スペース長を $mT$ （ただし、 $m$ は1以上の所定の整数、 $T$ はクロック信号の周期）で表現するとき、  
前記所定の記録パターンは、 $(m+a)T$ のマーク長と、 $(m+b)T$ のスペース長と、前記マークの始端および終端のそれぞれに  
10 応じて決まる極性との $a \times b \times 2$ 通りの組み合わせ（ただし $a$ および $b$ は0以上の任意の整数）が各1回ずつ出現するように規定された単位パターンを有する請求項15に記載の装置。

15 17. 前記エッジシフト検出器は、前記マーク長とスペース長との組ごとに、前記エッジシフト量を測定する請求項16に記載の装置。





図2

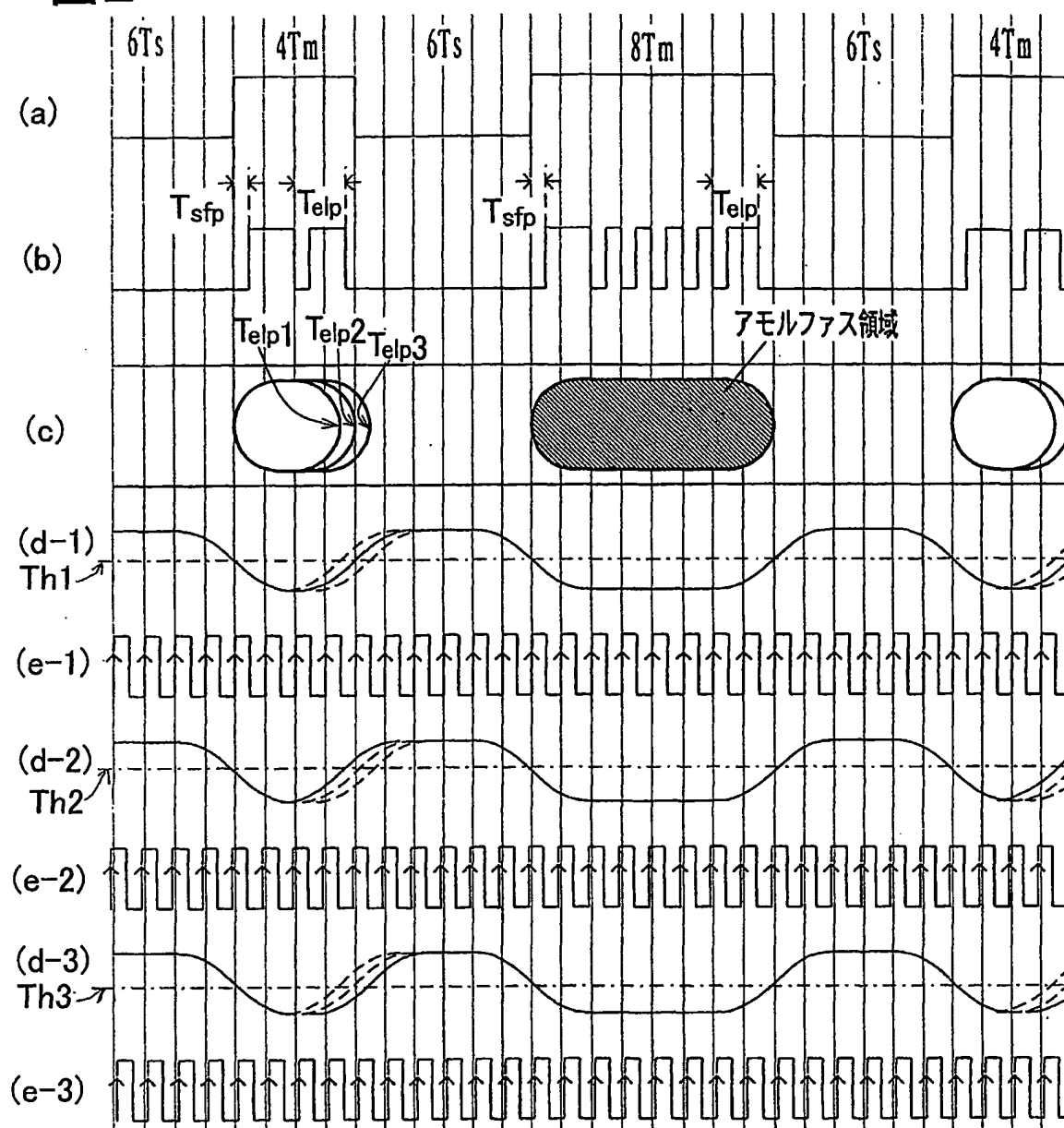
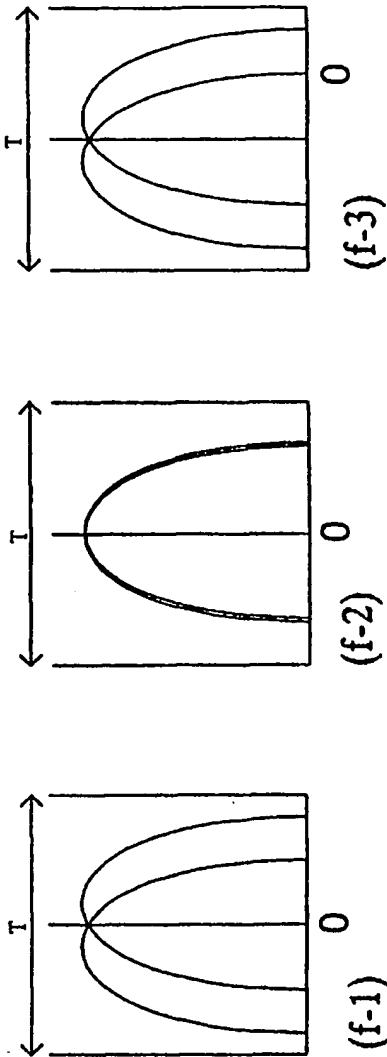


図3

(f) 立ち上りジッタ分布



(g) ジッタ検出力

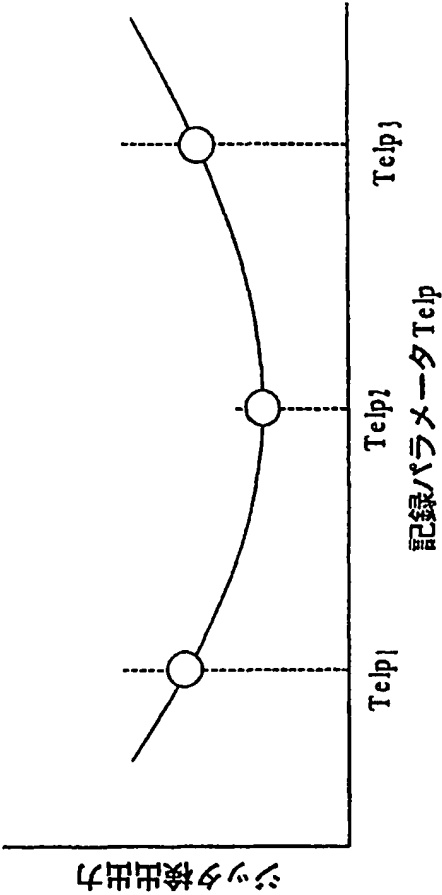


図4

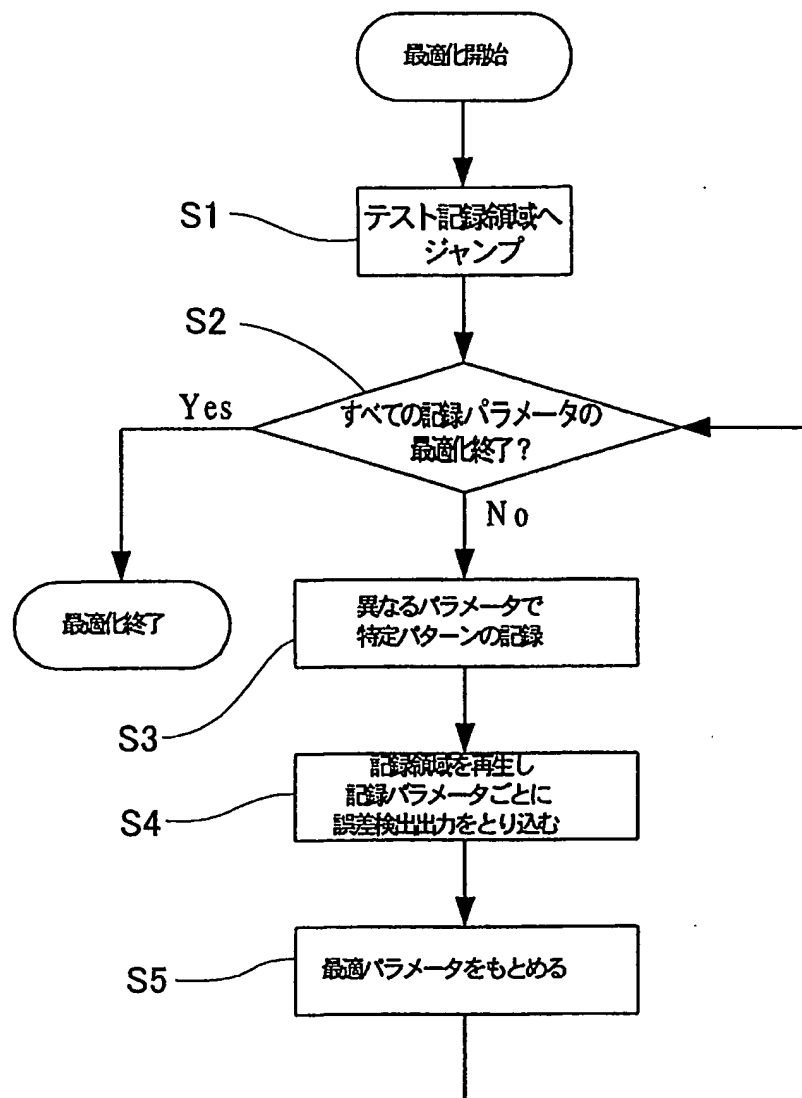


図5

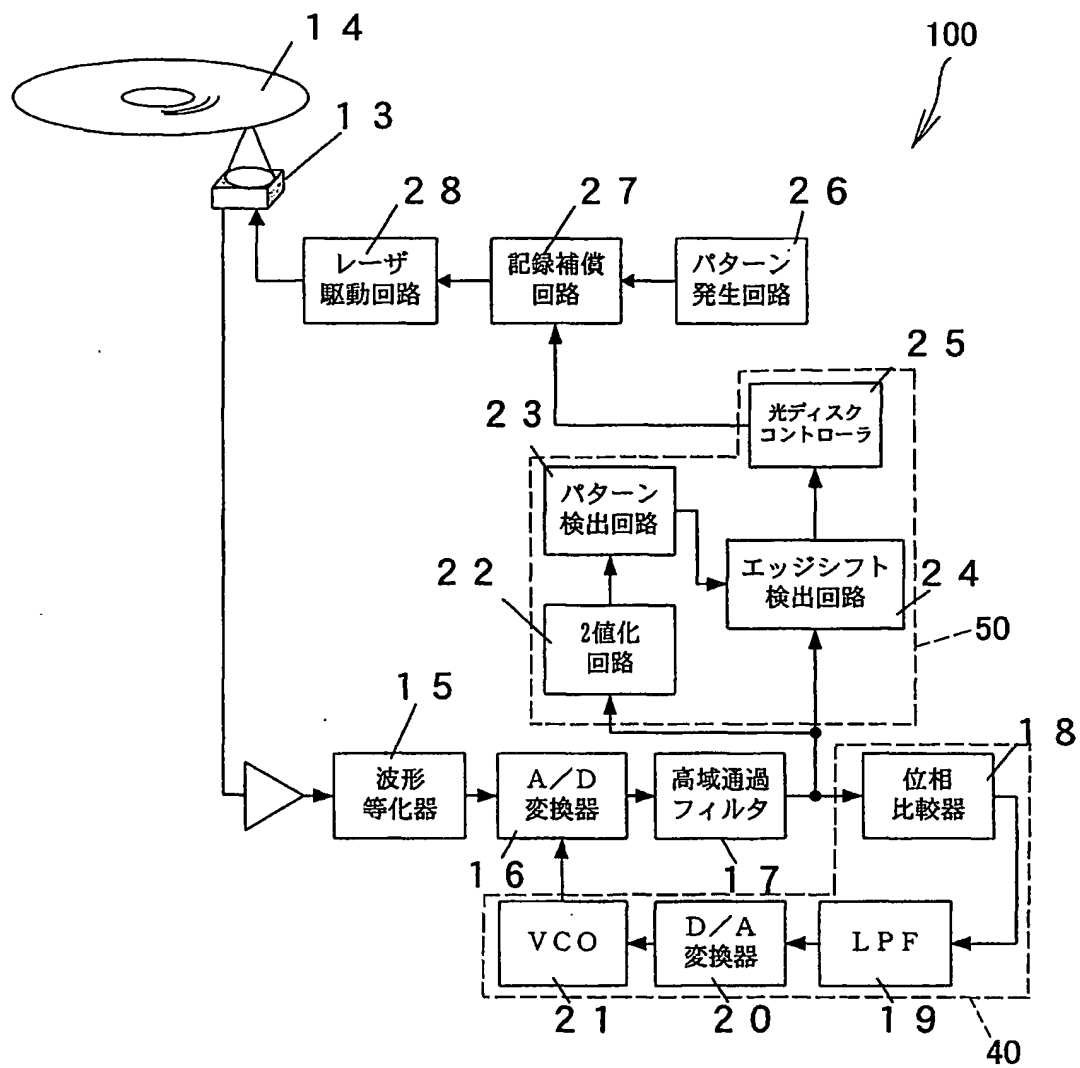


図6

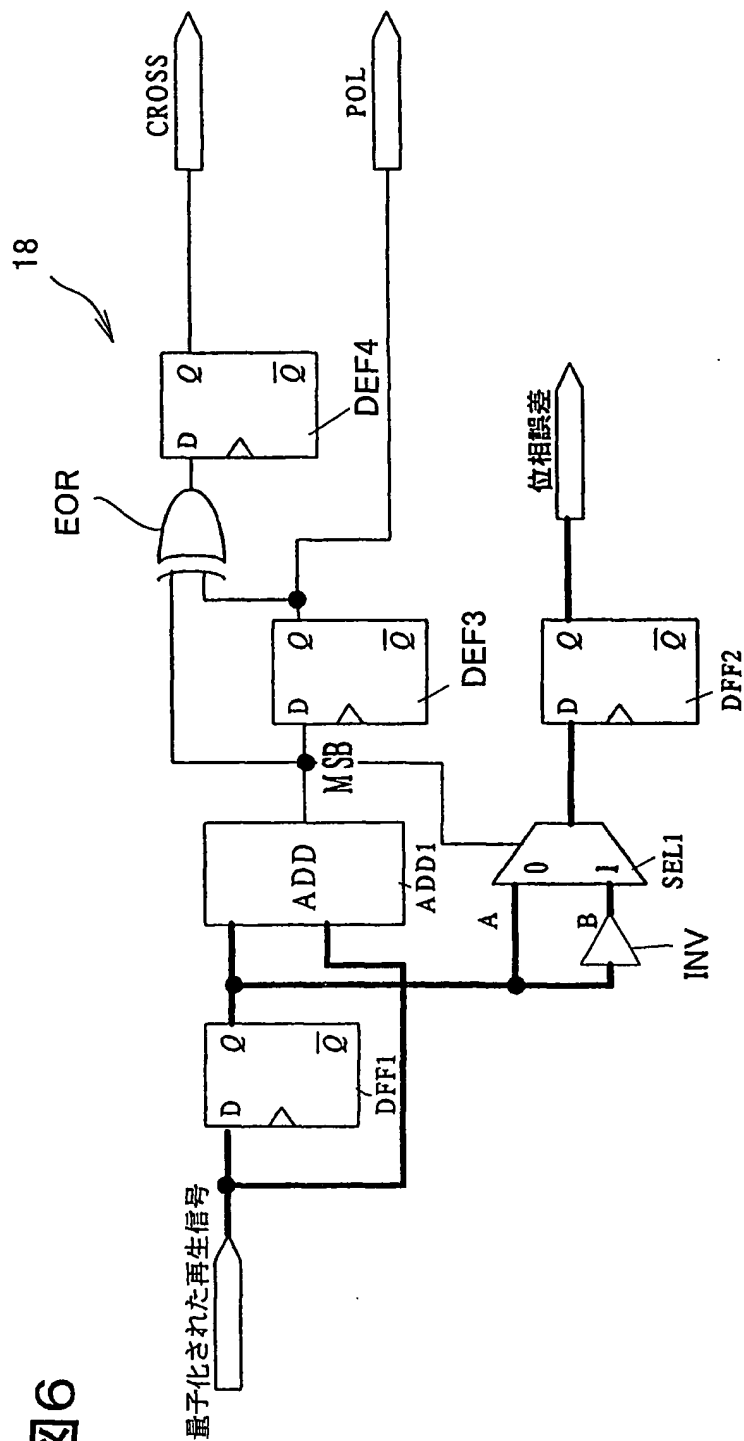


図7

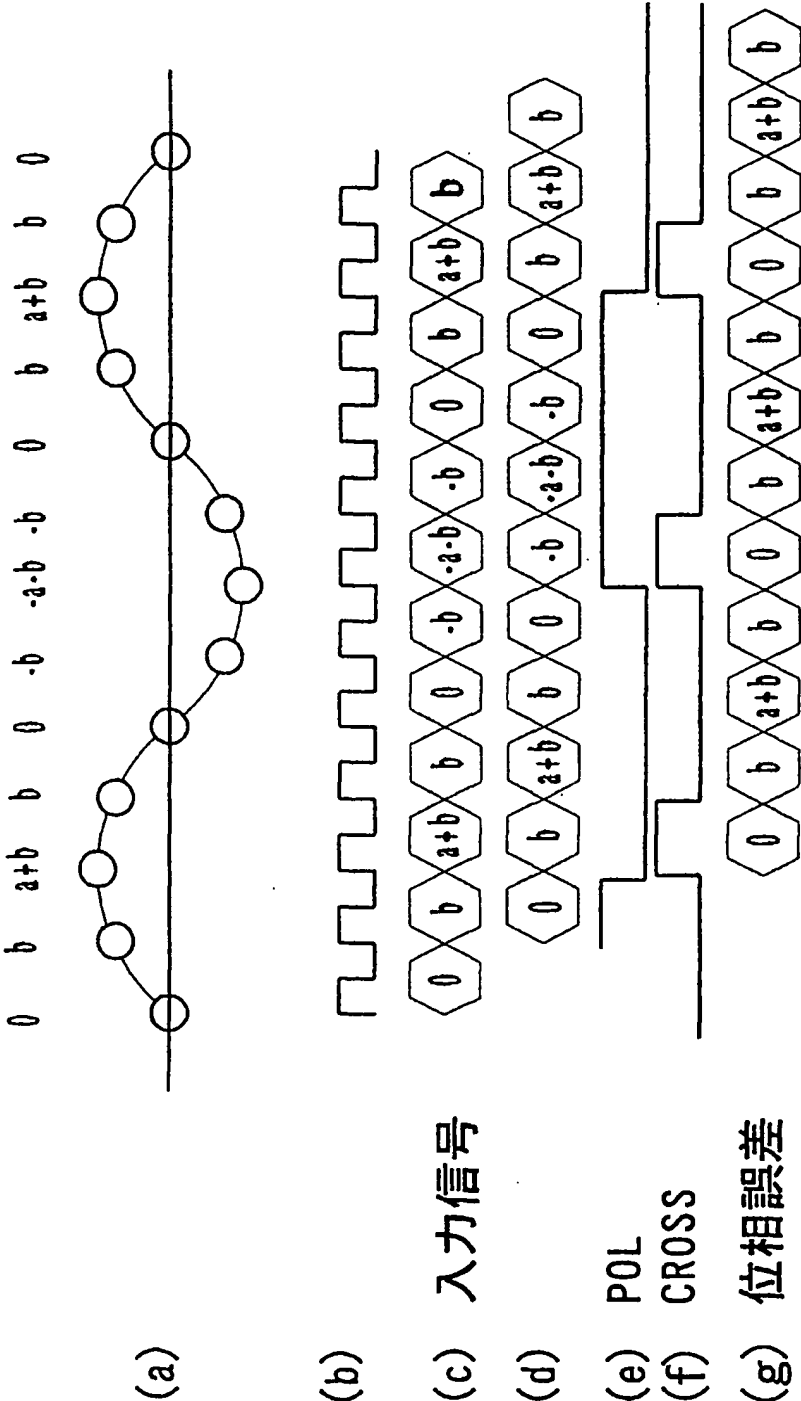


図8

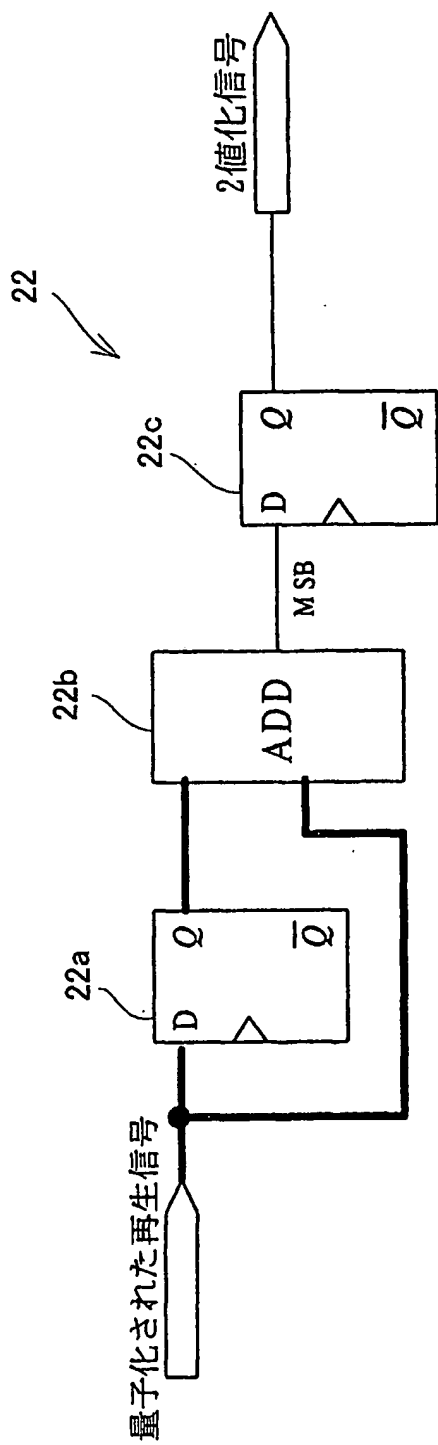




図9

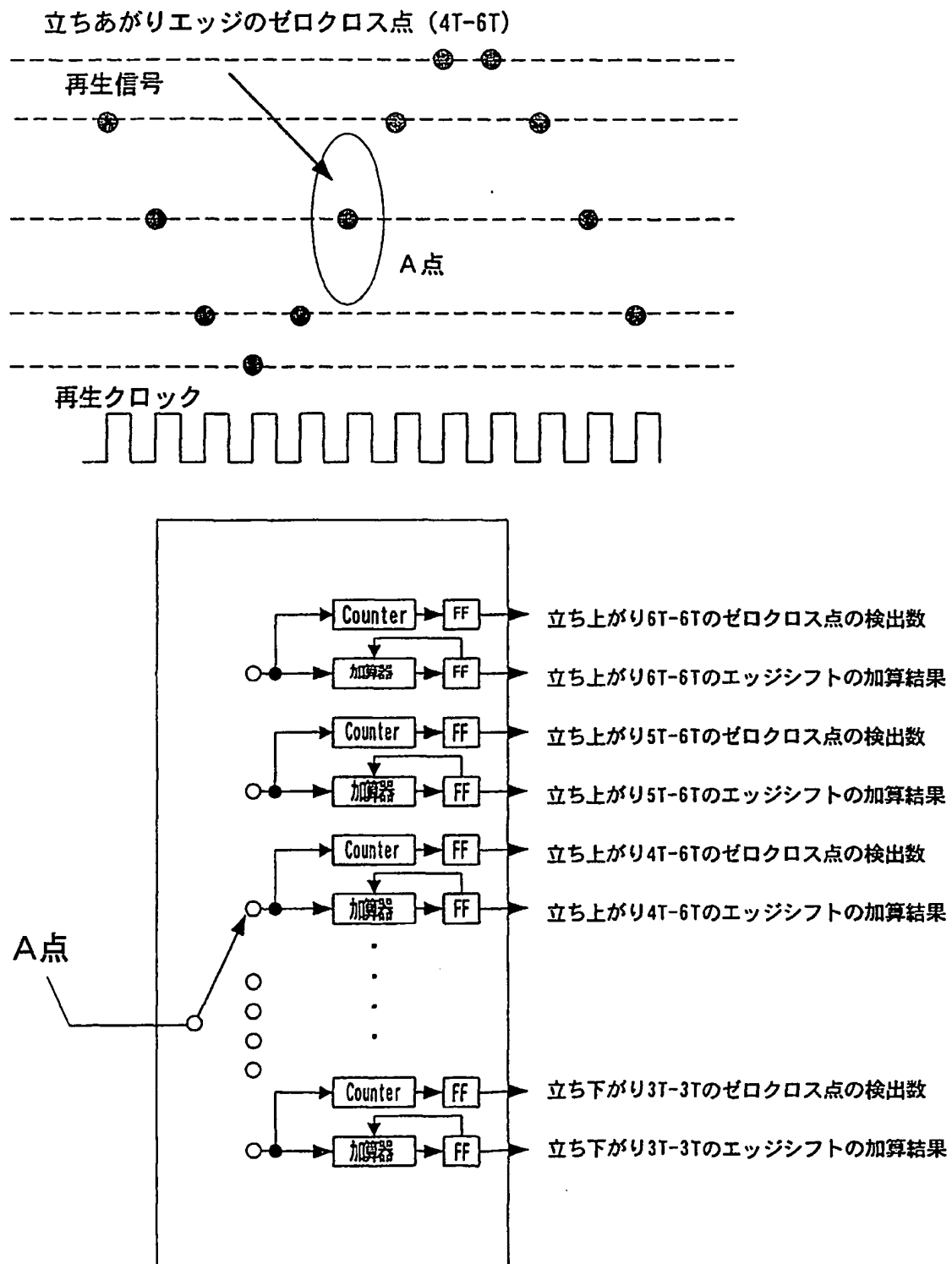


図10

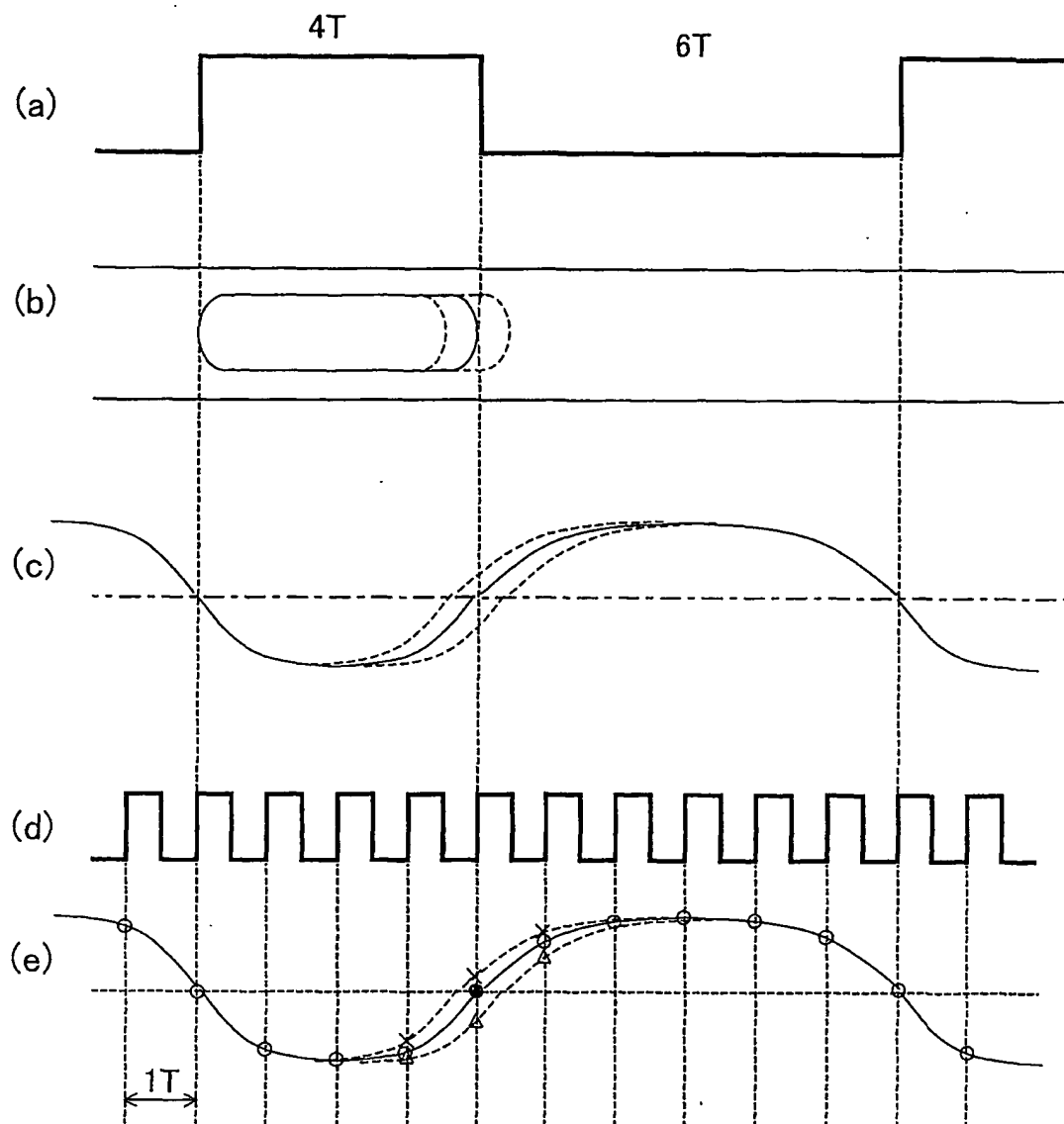
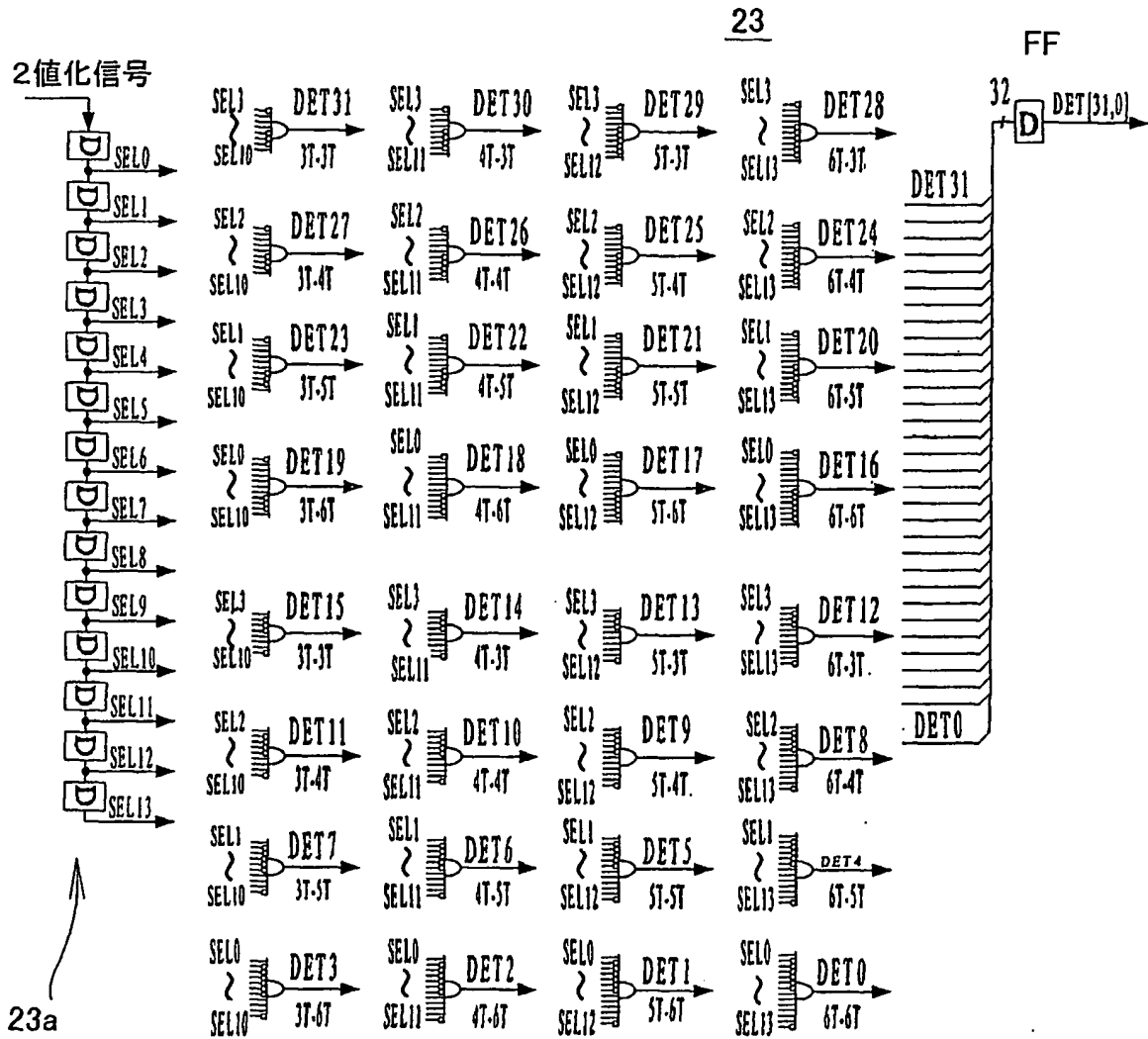


図 11



12

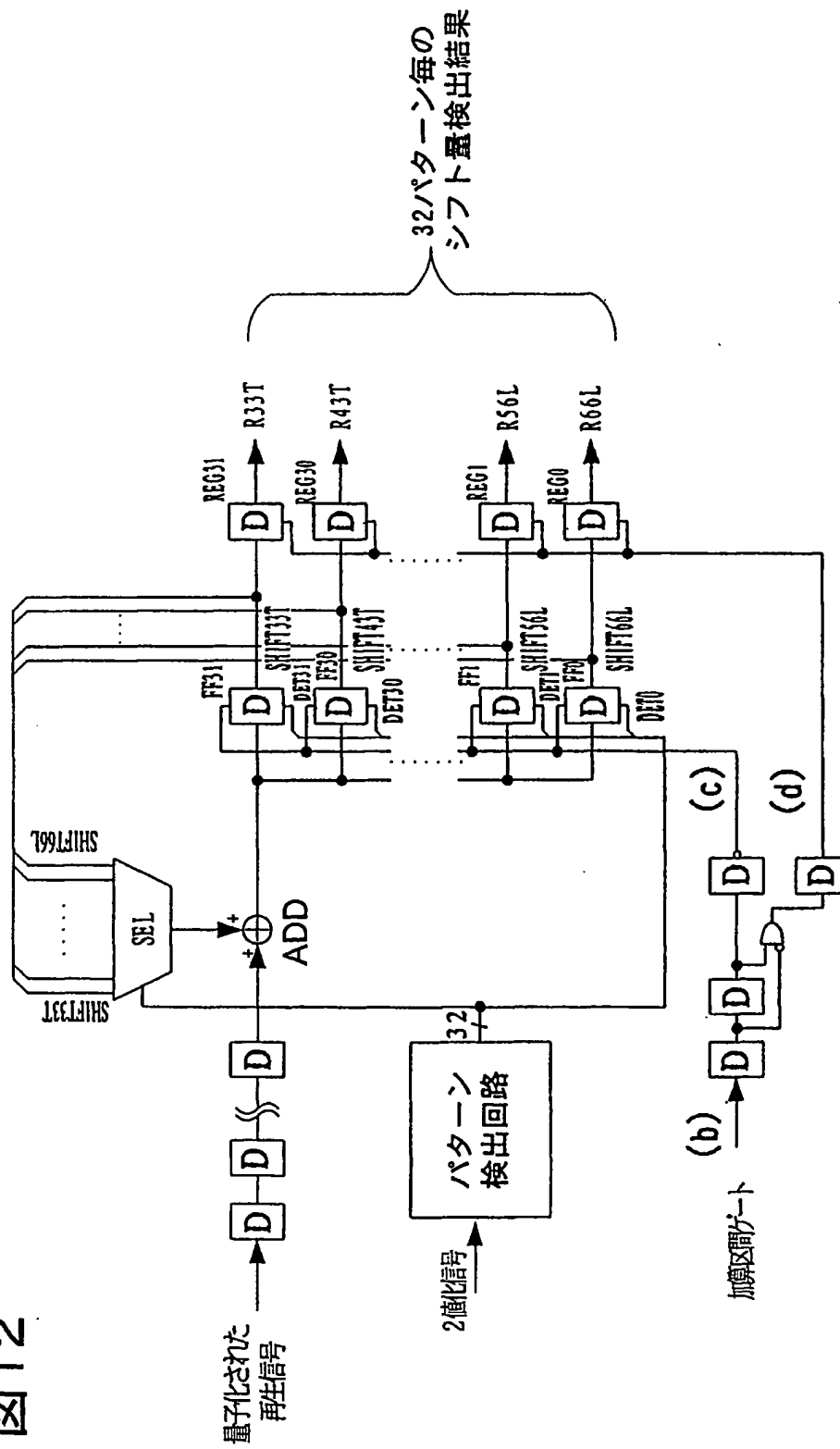
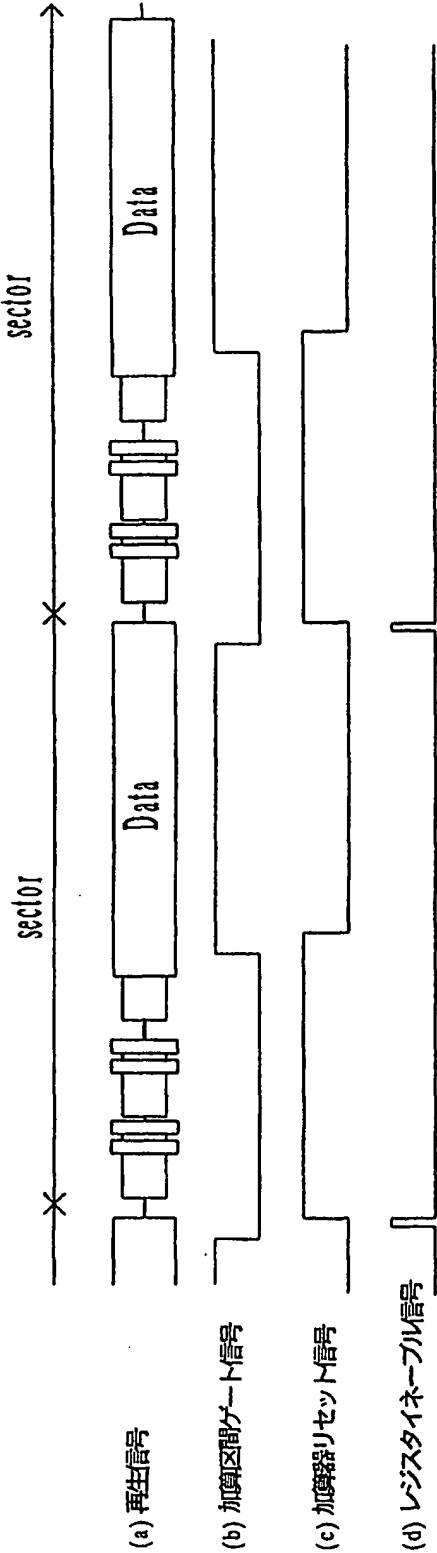



図13



 14

繰り返しパターン	
4m3s4m4s4m5s4m6s3m3s3m4s	11110001111000011110000011110000001110001110000111
3m5s3m6s6m3s6m4s6m5s6m6s	00000111000000111110001111100001111100000111111
5m3s5m4s5m5s5m6s	0000001111000111110000111110000011111000000
4m3s4m4s4m6s4m5s3m3s3m4s	111100011110000111100000011110000011100001110000111
3m6s3m5s5m3s5m4s5m6s5m5s	00000011100000111110001111000011111000000111110000
6m3s6m4s6m6s6m5s	00111110001111100001111110000001111100000
4m6s4m5s4m4s4m3s6m6s6m5s	1111000000111000001111000011110001111110000001111
6m4s6m3s3m6s3m5s3m4s3m3s	11000011111000011111000111000000111000001110000
5m6s5m5s5m4s5m3s	11100011110000001111100000111110000111110000
4m6s4m4s4m5s4m3s6m6s6m4s	1111000000111000011110000011110001111110000001111
6m5s6m3s3m6s3m4s3m5s3m3s	1100001111100000111110001110000001110000011100000
5m6s5m4s5m5s5m3s	11100011110000001111100001111100000111110000
4m5s4m6s4m3s4m4s3m5s3m6s	1111000001110000001111000111100001110000011100000
3m3s3m4s6m5s6m6s6m3s6m4s	0111000111000011111100000011111000000111110000111
5m5s5m6s5m3s5m4s	1100001111100000111100000001111000111110000

図15

繰り返しパターン	
4m3s4m4s4m5s4m8s3m3s3m4s 3m5s3m8s8m3s8m4s8m5s8m8s 5m3s5m4s5m5s5m8s	11110001111000011110000011110000000011100011100001 11000011100000000111111110001111110000111111000011111110 000011111110000000011111000111110000111110000111100000111 110000000
4m3s4m4s4m8s4m5s3m3s3m4s 3m8s3m5s5m3s5m4s5m8s5m5s 8m3s8m4s8m8s8m5s	111100011110000111100000000111100000111000011100011100001 1100000001110000011111000111110000111110000000011 11100000111111000111111000011111100001111111000000001111 111100000
4m8s4m5s4m4s4m3s8m8s8m5s 8m4s8m3s3m8s3m5s3m4s3m3s 5m8s5m5s5m4s5m3s	1111000000001111000001110000111100011110001111111000000 001111110000011111100001111110000111111000111000000001 1100001110000111000111110000000011111000001111100001111100 0011111000
4m8s4m4s4m5s4m3s8m8s8m4s 8m5s8m3s3m8s3m4s3m5s3m3s 5m8s5m4s5m5s5m3s	11110000000011110000111100000111100011111000111111100000 0011111100001111100000011111100000111111000111000000001 1100001110000011000111110000000011111000011111000011111000 0011111000
4m5s4m8s4m3s4m4s3m5s3m8s 3m3s3m4s8m5s8m8s8m3s8m4s 5m5s5m8s5m3s5m4s	11110000011100000000111100011111000011110000111100001111000 00000111000111000011111100000111111000000000111 1111000111111100001111100000111110000000001111100 011110000

図16

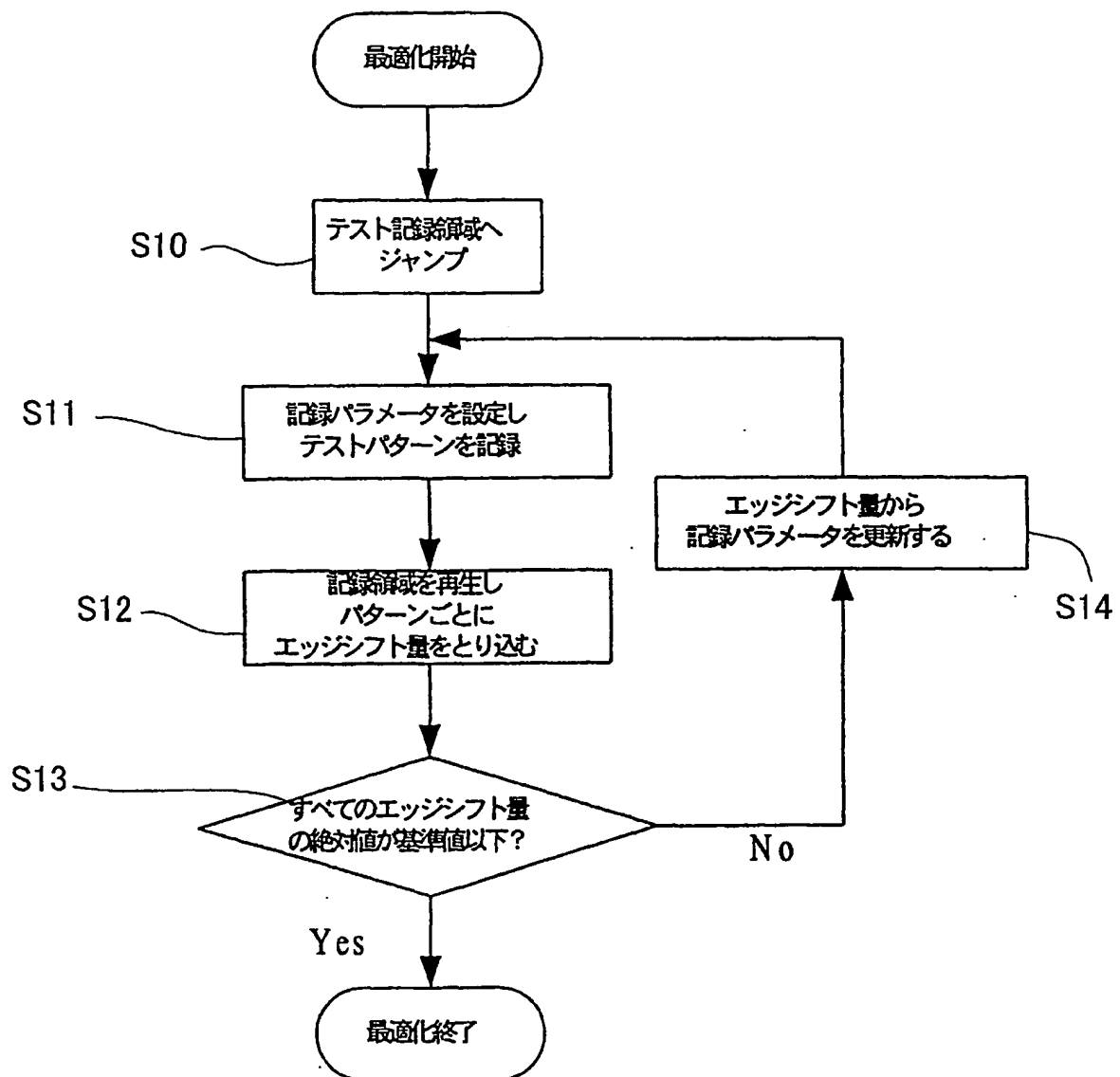




図17

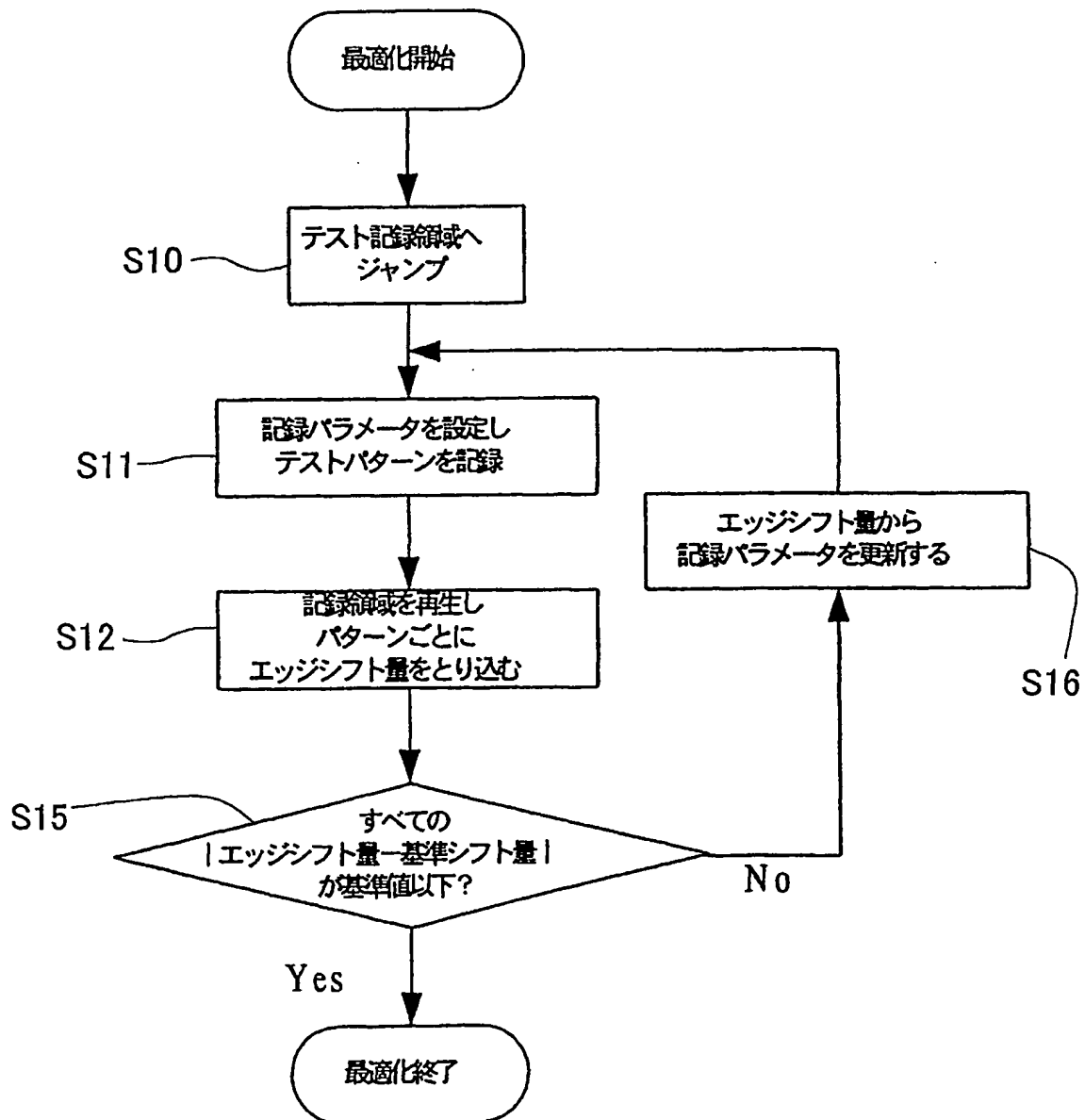


図 18

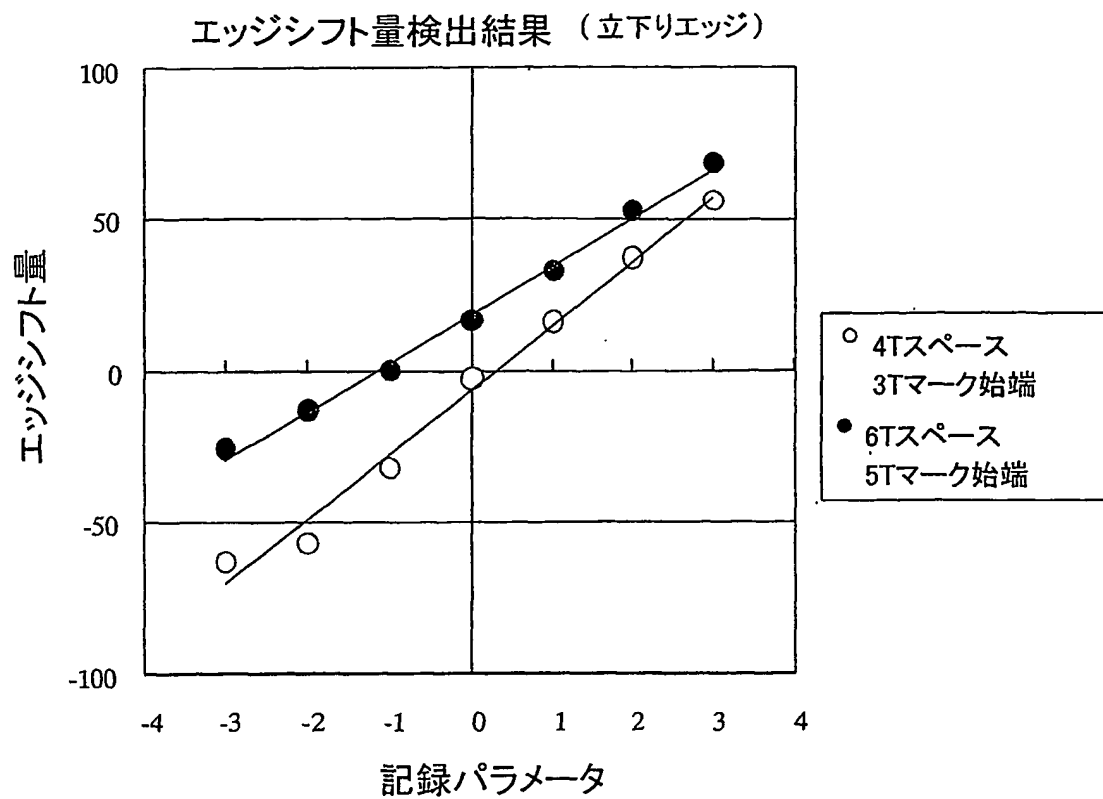


図19

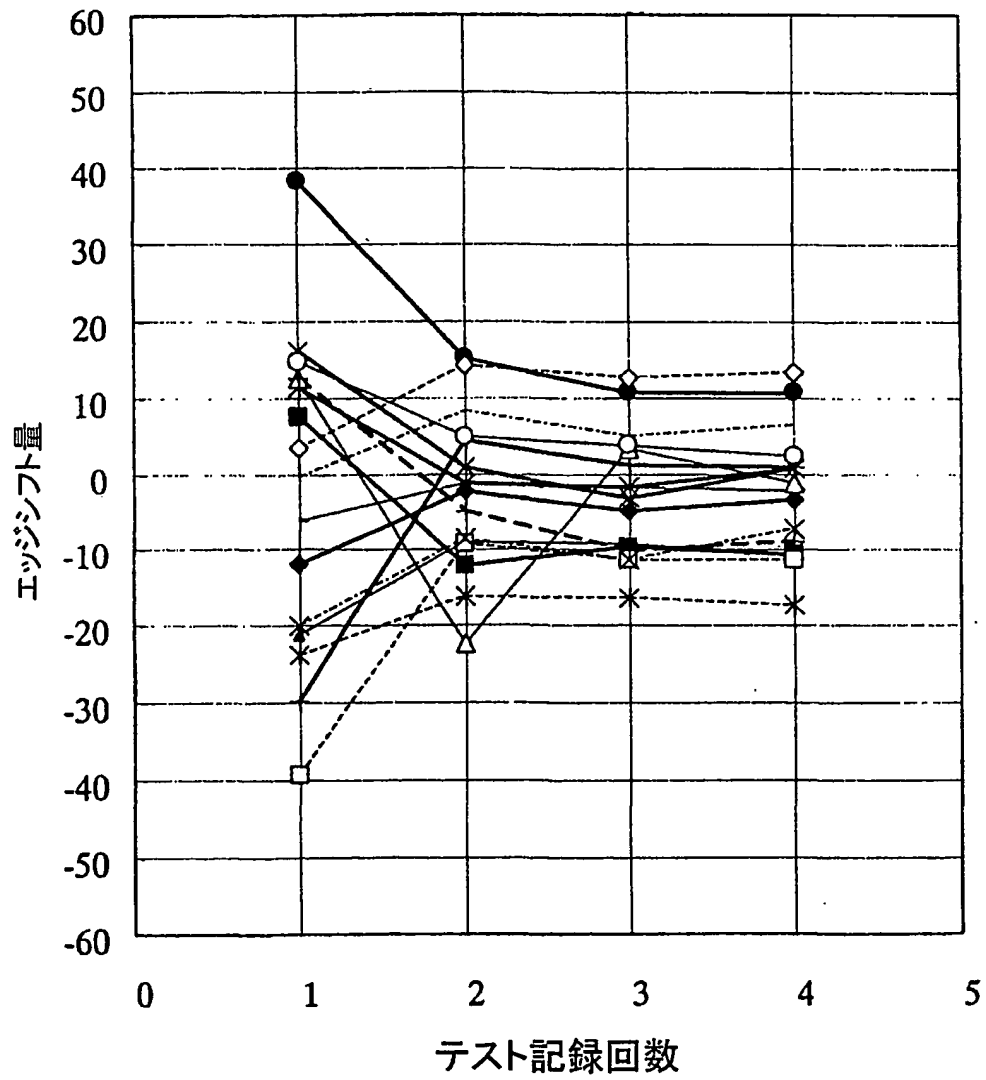


図20

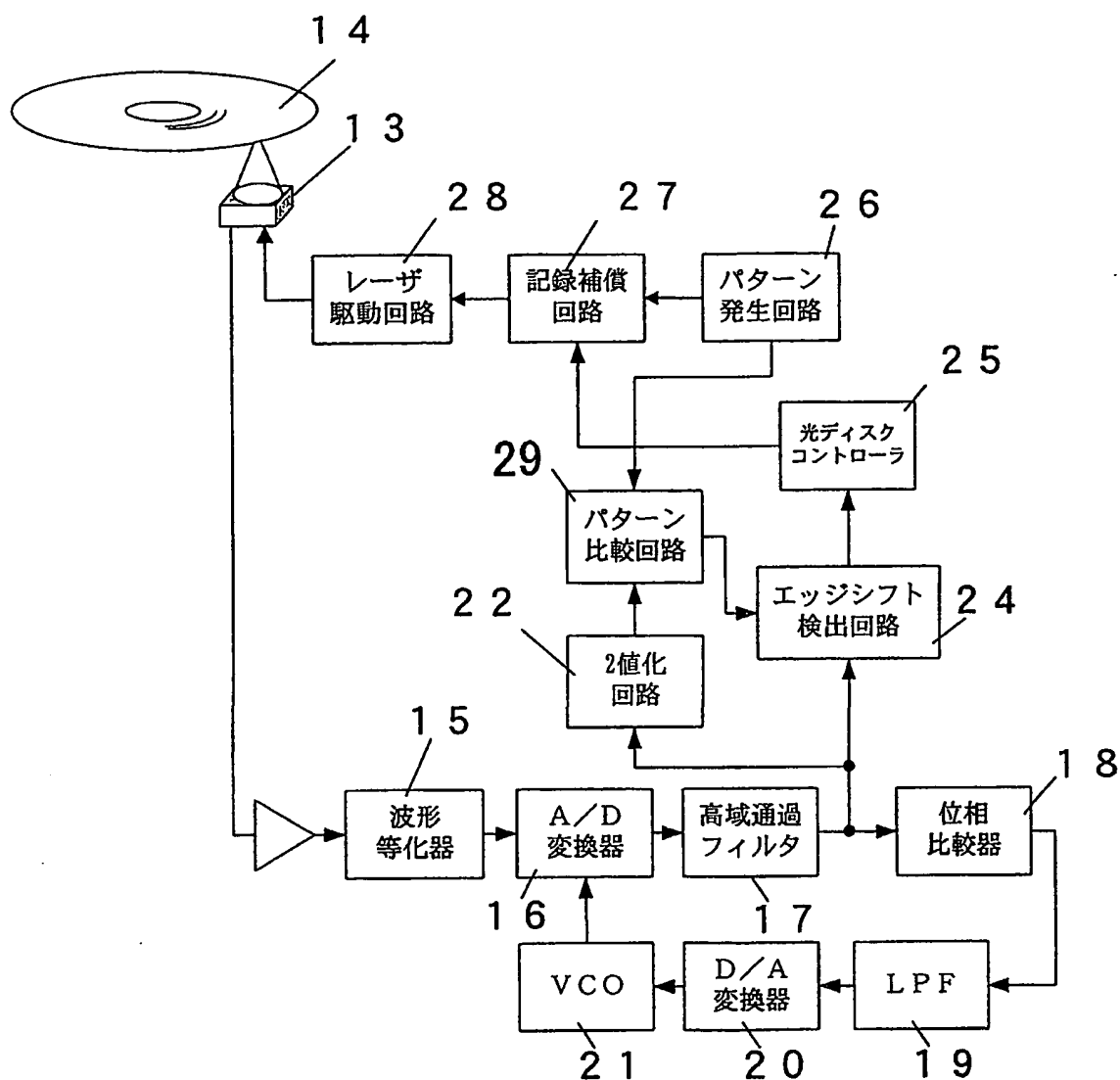
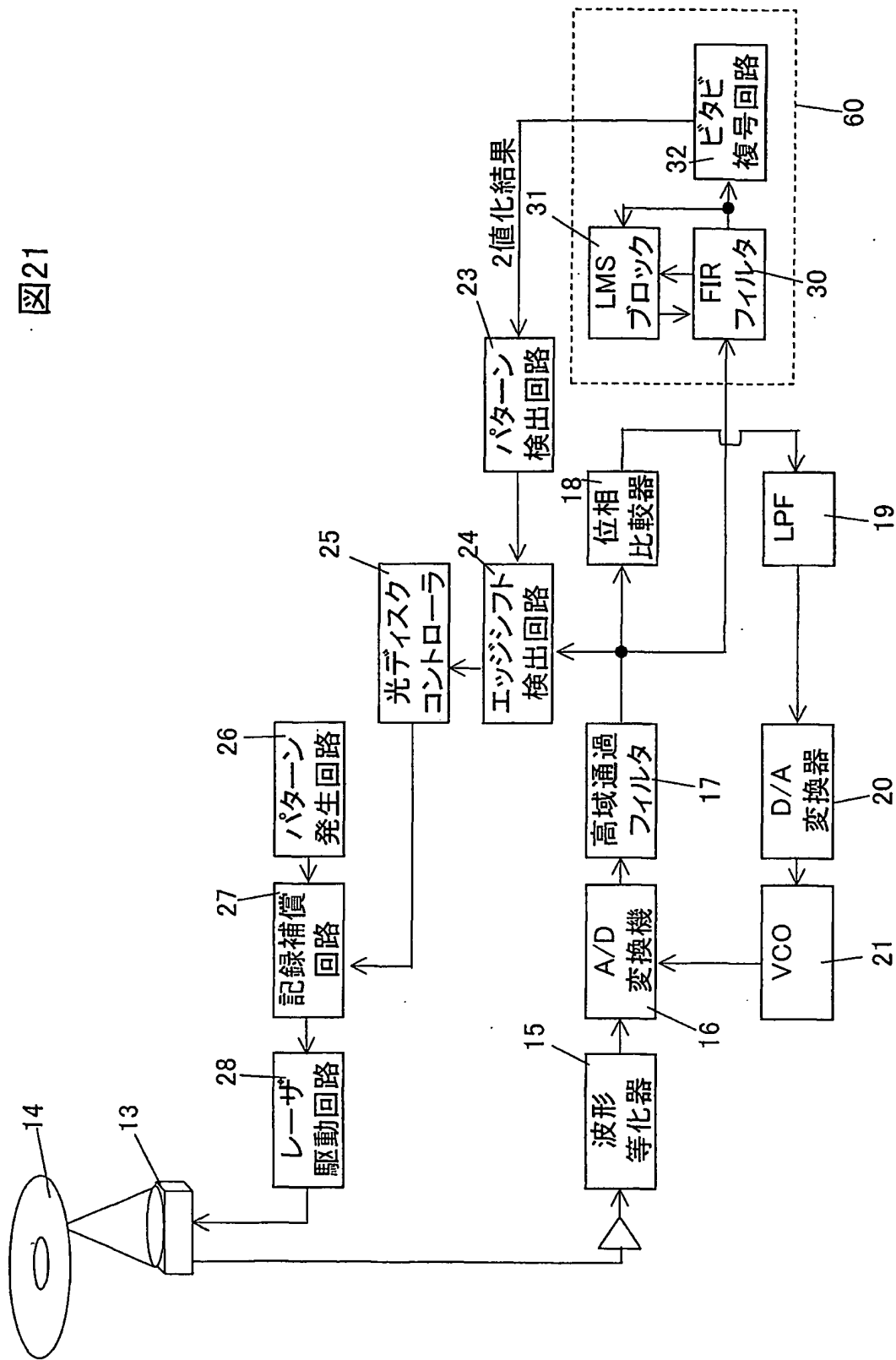


図21



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In tional application No.  
PCT/JP02/03471

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/0045

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/00-7/013

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-231719 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 August, 2000 (22.08.00), Par. Nos. [0058], [0065], [0072], [0073], [0122] (Family: none)	1-14, 15-17 13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
02 July, 2002 (02.07.02)

Date of mailing of the international search report  
16 July, 2002 (16.07.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO2/03471

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G11B7/0045

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G11B7/00-7/013

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-231719 A (松下電器産業株式会社) 2000.08.22, 段落【0058】, 【0065】, 【0072】, 【0073】, 【0122】 (ファミリーなし)	1~14, 15~17
A		13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.07.02

国際調査報告の発送日

16.07.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

富澤 哲生



5D 3046

電話番号 03-3581-1101 内線 3550